yellow
10 × 6 1/2

inside
9 3/4 × 6 3/8

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

M. MELCHIOR TREUB.

(Volume XXIII.)

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME VIII.

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1910

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE DE BUITENZORG.

(Volume XXIII.)

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME VIII.

QK1
.B389 92.
V.23

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

M. MELCHIOR TREUB.

(Volume XXIII.)
DEUXIÈME SÉRIE.
VOLUME VIII.

MO. BOT. GARDEN
1910

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1910

IMPRIMERIE ci-devant E. J. BRILL — LEIDE.

TABLE DES MATIÈRES.

Pag.

COSTERUS, (J. C.), and J. J. SMITH, Studies in Tropical Teratology 1

List of the Figures Plates I—VIII 18

ERNST, (A.), und Ch. BERNARD, Beiträge zur Kenntnis der Saprophyten Javas 20

I. Zur Systematik von Thismia javanica J. J. S. von J. J. Smith . 32

Figurenerklärungen zu Tafel IX—X 35

II. Äussere und innere Morphologie von Thismia javanica J. J. S. von Ch. Bernard und A. Ernst 36

Figurenerklärungen zu Tafel XI—XIII 47

III. Embryologie von Thismia javanica J. J. S. von Ch. Bernard und A. Ernst 48

Figurenerklärungen zu Tafel XIV—XVII 61

HENNINGS, (P.), Fungi Javanici novi A. Cl. Dr. A. Engler collecti 62

BOSSCHA, (J.), Observations sur l'influence de la lumière et de la chaleur sur la production de matiere organique par le théier 66

GORTER, (K.), Sur la distribution de l'Acide chloro-génique dans la nature 69

TREUB, (M.), Nouvelles recherches sur le rôle de l'Acide Cyanhydrique dans les plantes vertes. III 85

Avec Planches XVIII—XXIII.

DOCTERS VAN LEEUWEN—REIJNVAAN, (W. und J.), Beiträge zur Kenntniss der Gallen auf Java. — II. Über die Entwicklung einiger Milbengallen 119

Figurenerklärungen zu Tafel XXIV—XXXI 182

Ae B92

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

PUBLIÉES PAR

M. LE DR. MELCHIOR TREUB,
Membre de l'Académie royale néerlandaise des sciences.
Directeur du Jardin.

(Volume XXIII.)
DEUXIÈME SÉRIE.
VOLUME VIII.
1e PARTIE.

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1909

B

STUDIES IN TROPICAL TERATOLOGY

BY

J. C. COSTERUS AND J. J. SMITH

COMMUNICATED BY J. C. COSTERUS.

(With 8 Plates).

In the years 1895, 1904 and 1905 I contributed to the present publication an account of the teratological deviations collected at Buitenzorg in the Botanical Gardens and environs. The majority of those monstrosities had been collected by Mr. Smith, myself having had only in 1892 an opportunity of co-oporating in the work. Hereby I present another paper in which our newest findings are described. Just as before the material has been examined by both of us, in the fresh state by Mr. Smith, by myself after it had been sent to Holland, dried or immersed in alcohol. Much care has been spent on the figures this time. The javanese draughtsmen Natadipoera and Raden Samadi have produced really artistic drawings, which, reproduced at Leyden with the skilful burinpin of G. de Blaauw, inevitably have lost part of their tenderness which only a lead-pencil is apt to create.

With gratitude we ought to mention the interest which our teratological work has found with both naturalists and cultivators on Java. The gentlemen C. A. Backer, J. H. Heyl, Krämer, J. P. Moquette, S. Schoggers, Schott and C. Suermondt have laid us under an obligation by their sendings, and in thanking them cordially we cannot help wishing that they and others might also in the future be kind enough to continue the work of collecting on our behalf.

The question whether in the present paper we have to do

merely with monstrosities proper, wants some elucidation. As it remains doubtful in many cases whether a deviation has been induced by some external influence or on the contrary is of spontaneous origin, consequently whether we have to do with pathological or with teratological disturbances, we must in the latter case at any rate distinguish reversion (atavism) from other spontaneous variations. The Orchidaceae e. g., which also in this paper occupy a rather important place, will show that the characteristics of the family: reversion, condensation and suppression of organs are the chief causes i. e. that they in our specimens affect such parts as in ordinary circumstances remain unaltered, for instance sepals cohering, sepals grown together with petals, petals coalescing with the labellum, the labellum itself altogether suppressed and so on.

Whether the spadix of Maize is simply a monstrosity or rather a reversion to a former state cannot decisively be concluded, although the latter surmise is more probable.

Examples of such variations are given by a narrow-leaved form of Hevea brasiliensis and by the flowers of Telanthera philoxeroïdes Miq. Especially the latter is remarkable on account of its bisexuality getting lost, consequent from its stamens changing into pistils. Whether this phenomenon takes place only in Java or also in its original country (Brazil) is a question which I hope may attract the attention of those who live in South-America or have an opportunity of getting material from these regions.

The last question, how far monstrosities can be created in an artificial way and which has come to the front again through the experiments and suggestions of G. Klebs and Mel. T. Cook, is likely to take advantage from Mr. Smith's experience with respect to Calendula, as cultivated by him under so very different climatological influences.

ARACEAE.

Caladium spec.

Habitat South-America?

Coll. J. P. Moquette, Hort. bogor.

Petiole split up into two parts (fig. 1), both of these bearing a blade, though of different sizes. The same thing has been observed by Penzig in Anthurium spec. [1]), in Philodendron erubescens Schott [1]), by Braun in Zantedeschia aethiopica and Colocasia undulata [1]), by Masters in Arum maculatum. [2])

Colocasia affinis Schott.

Habitat Himalaya Mts.

Coll. Schott in horto priv. Soekaboemi.

Although this plant like so many members of the same family produces nothing but the wellknown sagittate form (fig. 2*a*), Mr. Schott at Soekaboumi found some specimens very much deviating from the ordinary model on the same stock. As the figures show, there is one ovate-oblong blade (2*d*), one oblong-linear (2*c*) and a third almost linear (2*b*), shapes all very uncommon in the family of Araceae.

Alocasia macrorrhiza Schott.

Habitat Ceylon.

Coll. J. J. Smith in horto bogor.

Two inflorescences grown together in such a way that at the end of a stalk of some 12 c.M. length two spadices each with a spatha are produced (flg. 3). This case calls to mind Goetsche's Calla aethiopica, in which even three spadices sprang from the same stem.

Anthurium spec.

Habitat South-America?

Coll. Krämer in horto priv. Soekaboemi.

A strongly reduced spadix on a young plant. Although the spatha has a length of 4.5 c. M., there are only a half-dozen of flowers inserted on a scarcely visible spadix.

CYCLANTHEAE.

Carludovica palmata R. et P.

Habitat South-America.

---

1) Pflanzen-Teratologie II p. 441—444.
2) Vegetable Teratology, German translation, p. 83.
3) Masters, Veg. Ter. Germ. transl., p. 55.

Coll. S. Schoggers in horto priv. Soekaboemi.

Our figures represent a normal leaf (fig. 4) and another grown together with the spadix (fig. 5) on Plates VI and VII; they have been copied from photographs.

In ordinary circumstances the axillary inflorescence, so very peculiar by its bundle of stamens surrounding the female flowers, is long-stalked and projecting far beyond the youngest leaf. In our case stalk and petiole are united a long way up viz. about 9 d. M. Just under the spadix the cicatrices of the — in this family multiple — spatha are easily to be distinguished. It is well known that the leaves of this species, indigenous in Peru, Bolivia, Brazil and New-Granada, furnish the material for the fabrication of Panama-hats.

ORCHIDACEAE.

Dendrobium mutabile Lindl.

Habitat Java.

Coll. J. J. Smith in horto bogor.

In specimens of this plant imported from other — generally cooler — regions to Buitenzorg, the following phenomenon may nearly always be observed: on the older stems, in this as well as in other species of Dendrobium appear root-bearing leafshoots, which behave like new plants, especially when they have an opportunity of fastening themselves on some substratum. [1]) In the specimens which have lately been brought to Buitenzorg the shoots show moreover a sort of „biastrepsis" or twisting of the stem. The sheaths of the lowest leaves, which in ordinary circumstances are tubular and quite amplexicaulous, are in our case open and coalesce side to side so as to form a continuous spire (fig. 6), from which the blades spring separately. On closer examination it appears that there are in this way six leaves inserted on the compound sheath, the latter twisting one and a half times round the stem and bearing the leafblades on the free margin. Inside the sheath the stem appears to be twisted.

---

1) Compare Ann. du jardin botanique de Buitenzorg, 2e Série, Vol. IV, p. 76.

Dendrobium Rumphianum T. et B.
Habitat Celebes, Moluccas.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.
The lateral petals suppressed in one of the two flowers (fig. 8).

Dendrobium superbum Reich. f.
Habitat Manilla.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.
The upper sepal coalescing with the left one. The left petal suppressed. On the left side of the gynostemium an extra anther (a').

Pogonia discolor Bl.
Habitat Java.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.
The flowers of one raceme are all abnormal with respect to the petals. The latter have a tendency towards transformation into labella owing to the appearance of a greenish-yellow rib on the inner side of one or two lobes at the top.
NB. Labellum white, with three greenish-yellow nerves projecting from the innerside.

Rhynchostylis retusa Bl.
Habitat Java, Malacca, Siam, Philippine Islands.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.
The various flowers collected and partly drawn by Mr. Smith present good instances of suppression and coalescence of parts normally present and on the other hand instances of reversion of such parts as in normal circumstances are rudimentary. Either can be used for sustaining the general opinion which modern authors pronounce about the structure of the flower of Orchidaceae. For clearness' sake I take in the following description the same letters with which in his Vegetable Teratology (German translation p. 435, fig. 212) Masters indicates the whorls of the flower and their elements, viz sepals 1 . . . 1, petals 2 . . . 2, stamens A^1, A^2, A^3 and a^1, a^2 and a^3, carpels (stigmas) s . . . s, with this modification, however, that A^2 and A^3 should be supposed separated from the labellum.

Descriptions of Rhynchostylis are to be found e. g. in „die Orchideen von Java, von J. J. Smith, S. 628; the description of the species retusa, as given by Smith after fresh material on p. 629 l. c., has been reproduced below as far as necessary for our purpose:

Normal flower. Upper (after the resupination) sepal broad, ovate, *white*, back light violet-pink with white edges, top with one or two big violet spots, besides a few small specks. Lateral sepals larger, slanting, the upper half of the same hue as the upper sepal, the lower (larger) part white.

Petals ovate-rhombic, white, with a large spot near the top and several smaller, transverse, of a violet-pink colour on the rest of the surface, back violet-pink in the middle, claw and top whitish. (fig. 7 *a*).

The deviations how to be registered have all been observed on one inflorescence, they may be divided into three groups, viz.

1° Transformation of the lateral half of the labellum into an ordinary petal appearing from the broadening of the basal part and the laminar part growing narrower. This alteration is always unilateral and causes a little displacement of the labellum, either to the right or to the left side, according as it affects the left er the right half. The spur, strongly compressed in this genus, shows the displacement very distinctly owing, of course, to the twisting caused by the unequal growth of the claw of the labellum. In our fig. 7 *b* the labellum is slightly turned to the right whereas the spur points to the opposite side.

For completeness' sake it should be mentioned that the transformed half of the labellum, according to the observation of Mr. Smith who saw the fresh material, not only takes the shape of the adjoining petal, but also its colour.

2° Appearance of stamens which in ordinary circumstances are suppressed. We saw three cases of this reversion in our flowers, viz. of the anther indicated in Masters' diagram either by a^1 or by a^2 (fig. 7 *b*) and consequently representing the two antipetalous stamens which in Cypripedilum appear normally.

3° Coalescence of one or both petals with the upper sepal, observed in nearly all the cases under consideration.

4° Suppression of one of the inferior sepals, not to be confounded with n° 5 in which a case of pseudo-dimery will be dealt with. We have to register four cases of this deviation, of which we describe only one (fig. 7*c*): one sepal, 1, is a little broader than usual owing to the left petal cohering to it. The right petal is quite free, but opposite to it is the labellum. Of the two lateral sepals only the right is present, judging from its peculiar shape and colour which precludes every thought of two sepals grown together.

In three other cases, of which we represent one in fig. 7*d*, the same thing repeated itself but in the reverse order.

5° Coalescence of the lateral sepals the whole being exactly opposed to the upper one. As it is well known, this phenomenon is normal in Cypripedilum and Paphiopedilum Pfitzer and also in the lowest flowers of the long raceme of Grammatophyllum speciosum [1]) where it is accompanied with suppression of the labellum (pseudodimery of Penzig [2]). This kind of dimery showed itself in our Rhynchostylis, as drawn in fig. 7*e*: just opposite the upper sepal stands another quite regular and white, evidently representing the two inferior sepals of normal flowers grown together. The column split up into two, each of the diverging parts bearing a petal, partly petaloid but for the greater part transformed into a labellum. The left not so well developed as the right one.

Paphiopedilum praestans Pfitz.
Habitat New Guinea.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.
Topmost flower of an inflorescence without labellum (fig. 10).

Paphiopedilum glaucophyllum J. J. S.
Habitat Java.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.

---

1) Botan. Jaarboek, ed. by Dodonaea, Ghent 1894. Ann. de Buitenzorg, Vol. XIII, 1895.
2) Mémoires de la Soc. nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, T XXIX, 1894.

The lateral sepals, united in this genus, are free (fig. 11). The same thing has been observed in P. barbatum Pfitz. [1])

Paphiopedilum Chamberlainianum O'brien.

Habitat Sumatra.

Coll. J. J. Smith in horto bogor.

The right petal grown together with the edge of the labellum (fig. 9).

Bulbophyllum obscurum J. J. S. [2])

Habitat Java.

Coll. J. J. Smith in horto bogor.

Inflorescences branched and fasciated. The specimens which are cultivated in the botanical gardens regularly produce together with the normal simple inflorescences compound ones. In the genus Bulbophyllum, so very rich in species, the occurrence of panicled inflorescences is not uncommon (fig. 12, Pl. II).

Coelogyne pandurata Lndl.

Habitat the East Indies.

Coll. J. P. Moquette in horto bogor.

The species of Coelogyne are either terrestrial or epiphytal with one — or two — leaved bulbs or swollen stems.

The pseudo-bulb of the plant represented in fig. 13 produces four instead of two leaves.

In order to explain the significance of this deviation, I copy what Mr. Smith writes to me: „Coelogyne has a long creeping rhizome (sympodium) which is covered with scales all over. After some time the top bends upward and develops to a *pseudo-bulb* of substantially one internode with two blades quite near to one another but still at different distances from the top. The scales of the rhizome are the larger the more they come nearer to the pseudo-bulb. The *lengthening* of the rhizome takes place through the birth of a bud in the axil of the highest

---

1) Penzig. Pflanzen-teratologie, II, p. 369.

2) Mr. Smith (Die Orchideen von Java) describes this new species on p. 427 as Bulbophyllum (?) cylindraceum Lndl., but recognised it on closer examination as a new species, which he baptized: B. obscurum.

scale but one. The inflorescences are created on the very young pseudo-bulbs viz. terminal, they flower long before the bulbs and leaves have come to their normal length. On the old bulbs no trace of the withered inflorescence is to be found, only then when fruits have developed.

In other species of Coelogyne the growth proceeds in a similar way, though differences may occur. It happens e. g. that the rhizome is very short and consequently the bulbs are cramped for room, sometimes there is only one leaf, in other cases the flowering shoots produce neither bulb nor leaf. The leafsheaths in Coelogyne are either absent or indistinct, if not grown together with the surface of the bulb. In some other genera this seems to be the case without a doubt. Also in the specimen of C. pandurata which I sent you the sheath of the lowest leaf seems to form a whole with the bulb judging from the ridges running down along the same. In the majority of Orchidaceae the leafsheath is cylindrical and it frequently occurs that they are incised in front. In our Coelogyne the lowest sheath seems, indeed, to be incised."

Although my own impression inclined towards four blades springing from two sheaths, Mr. Smith who saw the fresh material and had the figure drawn, emphatically pronounces as his opinion the insertion of four leaves, inserted alternatively.

GRAMINEAE.

Zea Mays L.

Cultiv. in Java.

Coll. C. Suermondt, Malang.

The spadix is richly branched from the base to the top and so to say split up into its elements. The case tallies exactly with those described by Penzig [1]), most of the spikelets bearing two double rows of florets and, when more, dividing still further. The significance of this monstrosity has been clearly pointed out by Prof. Penzig in his „Anomalie osservate nella Zea Mays" and as our specimen, though a magnificent instance of a branched

1) Pflanzenteratologie II p. 461.

spadix in itself, does not reveal new aspects, we deemed it unnecessary to have it drawn and reproduced.

LILIACEAE.

Gloriosa Plantii Loud.
Habitat tropical Africa.
Coll. J. J. Smith in horto bogor.

Mr. Smith found at the top of a stem four flowers which he describes as being proliferous but which according to my impression present cases of apostasis together with augmentation. (fig. 15).

The normal flowers, axillary and long peduncled, show the structure of the ordinary Liliacea: sepals and petals not much different, both undulate, the basal portion light green, the upper red. Style strongly bent at its base and at more than right angles with the ovary.

The abnormal flowers show additional sepals of a light green colour, sometimes mixed with red, springing at different heights from the peduncle but always under the flower proper. It appears from the latter circumstance that this deviation is not to be classed with prolification but with cases of apostasis and augmentation of organs.

The details of the case are:

1st Flower. Two perianth-leaves under the flower, resp. at distances of 25 and 23 m.M., but connected with it by projecting ridges. The flower is almost tetramerous, one of the sepals wanting or — what is much more admissible, slipped down along the peduncle and being one of the two extra petals just indicated.

The parts of the flower proper show a strong tendency towards displacement in vertical direction, as appears also from the course of the vascular bundles examined in microscopic preparations.

2d Flower. Five additional sepals at distances of resp. 55, 28, 26, 21 and 16 m.M. from the flower. Two of these connected with the flower by means of broadened ridges. Flower perfectly

tetramerous. The peduncle is quite cylindrical, whereas in the former case it appeared flattened.

3d Flower. Seven additional sepals irregularly spread over a distance of 80 m.M. of the peduncle. Sepals 4, petals 4, Stamens 7, carpels 3. Instead of a trifid style there is one bifid and one single.

The base of one of the filaments is petaloid and so is the base of one of the thecae of the same anther.

One of the sepals coheres with one of the adjacent petals. As the additional parts of the three flowers — apart from their incidental tetramery — are inserted under the perianth, there is no reason why this monstrosity should be classed with (median) prolification, because in prolification the first thing is a normal flower and the next a lengthened torus whereas in our case the flower is *preceded* by augmentation of parts.

MUSACEAE.

Musa Sapientium L.

Habitat The East Indies.

Coll. J. J. Smith in horto bogor.

Fig. 16 shows that the inflorescence was uncommonly lengthened and produced by far more flowers than usual. The spadix proper was borne by a rachis 65 c.M. long, 4.7 c.M. thick and could be divided into four successive portions:

1° One covered with five sisirs [1]), closely packed and bearing normal fruits, of which only the upper, pointing upwards, were unripe;

2° one small part without flower or fruit, 15 m.M. long;

3° one part of 26 c.M. length and 2 c.M. width, densely covered with numerous small bananas. Sisirs are undistinguishable in this portion. One gets the impression of a subsequent fresh shoot having sprung with new energy from the preceding, the latter having evidently gone through a period of defective growth as appears from the sterile interpolated section.

4° the top which lacks fruits altogether. The malayan gar-

---

1) Sisir (engl. comb) is the malayan word for each peduncled set of bananas, in the West-Indies they call it «hand».

dener who discovered the specimen had cut off this piece, but Mr. Smith to whom it was handed has reason to suppose that it had borne male flowers only.

AMARANTACEAE.

Telanthera philoxeroïdes Miq.

Habitat. Growing wild near Batavia in wet places but according to the index Kewensis originating from Brazil.

Coll. C. A Backer.

According to the figures done by the Javanese draughtsman this plant (fig. 17) growing wild in and near Batavia shows in the majority of cases six pistils instead of one, as Mr. Smith writes to me. He adds that normal plants are difficult to be found. It would be of interest to know if this phenomenon has also been ascertained in other growing-places and if it has been mentioned before. Fruits are never found, the reproduction proceeds solely by means of subterranean shoots. In the „Flora of Nederlandsch Indië" by Miquel, I p. 1049, in which only T. strigosa is described, the said deviation is not mentioned and the generic diagnosis has „flores hermaphroditi, stamina 5, ovarium uniovulatum."

On closer examination of the material, sent from Buitenzorg, I found that in the great majority of flowers the five stamens have been replaced by an equal number of pistils, but also that in a few cases remarbable transitions of stamens into pistils could be recorded. When from a normal flower the three bracts and the five parts of the perianth have been removed (fig. 17*b*, Pl. III), we find 5 stamens and a short-stalked pistil (*c*). Between the stamens and cohering with them we find five membranaceous outgrowths, each splitting up into four or more narrow teeth. Miquel calls them „stamina sterilia tridentata" [1]). Apart from the number of teeth which may be different in the various genera and species, it should be called to mind that Eichler [2]) looks upon these membranes not as barren

---

1) l. c. p. 1050.

2) Blüthendiagramme II, p. 87.

stamens but as a kind of stipules („Stipulargebilde") such as in Ornithogalum and Allium. This conception which seems quite acceptable regarding the motives cited by Eichler, in sustained by the fact that they are never affected by the thorough alterations which the five stamens undergo. As the latter, see infra, can become perfect pistils, the barren stamens might at the same time be induced to change their character and fall back to their supposed real nature. But no trace of such a metamorphosis could be found in the cases I had the opportunity of examining.

The commonest condition met with in the Batavia flowers is represented in fig. 17 *d-e*. Instead of 5 stamens (or in hexamerous flowers 6) we find 5 (6) pistils, differing from the central pistil only in size and in the length of the stalk on which the ovary stands. Besides, the above mentioned „stipules" are broadened and multipartite. In this way they take the shape of a continuous envelope which as a kind of second perianth encloses the pistils. That the latter actually occupy the places of the stamens appears from their alternation with the stipules, as indicated in the figures where we have left out one pistil between those that have been drawn. Still more convincing is the appearance of intermediate forms between anther and pistil. In fig. 17 *f-h* I have drawn three of them: in *f* we find closely cohering with a theca on a normal filament a pistil differing only in size from a normal one. One should be inclined to think that this pistil has been developed at the cost of one of the thecae or, to express it differently, takes the place of one of the thecae. But as the anthers of Telanthera are unilocular like in some other Amarantaceae, this supposition must at once be rejected. Rather a bifurcation is to be thought of, also on account of the fact that the filament now and then bears two pistils — either complete or defective — besides a distinct theca. These facts are well illustrated in *g*, where at the top of the filament stands not only a normally shaped pistil, but also the upper portion (stigma) of another and moreover a somewhat rudimentary theca, and in *h* where we see even two pistils,

slightly twisted around one another and a theca adhering to one of them with an excrescence of dubious character.

That in this way an originally monophyllous part of a flower doubles or even triples just like a common leaf, is a remarkable fact, which I have of late also observed in a monstrous Nicotiana affinis, showing pistillody of stamens. A few of these abnormal stamens bore two carpellary leaves at their tops in the place, of course, of only one anther [1]).

For the rest, however, it should be emphasized that the way in which the transformation of stamens into pistils in our Telanthera proceeds is quite different from the process going on in Nicotiana, the latter producing ovules on the broadening connective, while the loculaments fall off. Finally it deserves notice that also in this plant the filaments of the pistillodic stamens shorten in the same degree as the metamorphosis to a pistil draws nearer to perfection.

EUPHORBIACEAE.

Hevea brasiliensis Muell. Arg.

Habitat Brazil.

Coll. J. H. Heyl, Culture-garden Buitenzorg.

The attention of Mr. Smith was drawn, in 1906 by Mr. Heyl, to a specimen with narrow leaves which has sprung up from seed in the culture-garden near Buitenzorg. A comparison of the leaves of the ordinary plant with those of the narrow-leaved form shows the following figures:

Ordinary plant:		average length of the odd leaflet	:	27	c.M.
	„	width	„	„	„	„	:	$8^1/_2$	„
Narrow-leaved variety	„	length	„	„	„	„	:	28	„
„	„	„	„	width	„	„	„	„	:	$4^3/_4$	„

NB. The leaves are ternate.

Narrow-leaved varieties in general are not unfrequent in Europe, for instance Olea europaea, Aesculus Hippocastanum, Fraxinus excelsior et cetera. It is by way of analogy not unlikely that the narrow-leaved specimen of Hevea will prove constant,

---

1) Recueil des travaux botaniques neerlandais. Vol. IV p. 226.

but we have to wait till it produces seed and the offspring comes true.

Fig. 18 gives a good illustration of the *narrow-leaved* variety of Hevea brasiliensis, which we have reproduced to show not only the excellent distinctness and taste with which Javanese natives draw natural objects, but also a peculiarity of young developing leaves as they are so often met with in tropical regions. Whereas the adult leaves are leathery, firm and turgescent, the young ones hang down quite limp and as if withered and faded. Besides, they are of a transparent brown colour, calling to mind some of our Potamogetons, whereas the adult are hard green. Another deviation, found by Mr. Smith on the narrow leaved specimen is represented in fig. 19. In this case the middle leaflet has grown out normally, but the two lateral have been reduced to small triangular appendages.

Acalypha hispida Burm. var. Sanderi.
Habitat Java.
Coll. J. J. Smith in a private garden at Buitenzorg.

The inflorescences are branched (fig. 22), the normal being simple.

BEGONIACEAE.

Begonia Rex Ptz.
Habitat The East Indies.
Coll. J. P. Moquette in horto bogor.

1° Leaf transformed into a pitcher.

2° Reniform leaf perfectly bilateral, with eleven ribs spreading from the base.

3° Leaf split up into two almost regular cordate leaves (fig. 20).

4° Leaf split up into two: one has taken the shape of a pitcher, the other subregular cordate (fig. 21).

LEGUMINOSAE.

Caesalpinia pulcherrima Sw.
Habitat the East Indies.
Coll. C. A. Backer.

One of the flowers shows apostasis and lateral prolification

(fig. 23). At a distance of 4.5 c M. from the base springs a long peduncled flowerbud from the axil of a (fallen) bract (1).

1.3 c.M. higher up a long-peduncled flowerbud, opening (2).

a little higher, on the right side a sepal (3).

a little higher, on the left a sepal with a long-peduncled ffowerbud in the axil (4).

next, on the right, two sepals, two petals, two very long stalked stamens (st . . . st) and a peduncled flower with a little bud underneath and another peduncled flower a little way grown together with the lengthened torus (4* [1]) and 5).

a little higher two sepals and one petal with a lateral anther and a free stamen; the two latter not visible in the figure.

next, a sepal with peduncled flowerbud in the axil (6).

The torus ends in an almost spicate portion with bracts and flowerbuds.

It appears from the above description that apostasis, median and lateral prolification are combined in this flower, of which, on account of the displacement of the several parts, apostasis prevails. The case, though more complicated, calls to mind the well known figure of Delphinium elatum, copied from Cramer by Masters in his V. T. p. 150 and p. 498 (German translation). The pistil of our flower is, however, not recognisable as such and must, like the sepals and some of the petals and stamens, have taken the shape of bracts.

COMPOSITAE.

Calendula officinalis L.

Habitat South Europe, cultiv. in horto bogor.

Coll. J. J. Smith in horto bogor.

The plant represented in fig. 24 showed two peculiarities:

1° the hen-and-chickens inflorescence,

2° the well-known twisting of the receptacle in connection with a few bracts cohering by their margins.

Mr. Smith mentions that the cultivation of Calendula at

---

1) The asterisk has unfortunately been omitted in our figure.

Buitenzorg is far from easy. By protecting the plants reared from seeds (imported from Holland) against rain he succeeded to keep them alive for some time (about six months). During that time they flowered several times. After the first flowering the plant produced several branches and when these had flowered the same thing was repeated.

Masters and Penzig register the same deviation about Calendula officinalis as having been observed by Lobel (Icones) and many other authors. Ourselves drew the attention to Coreopsis Drummondi, showing axillary headlets.

Whether in these cases the qualification „variety" is justified, I am not in a position to say, although I used the word in our former paper (Ann. du jard. bot. de Buitenzorg 2e série. Vol. IV, p. 173).

FILICES.

Adiantum spec.
Habitat Java.
Coll. J. J. Smith.

Mr. Smith sends me three leaves of the above plant of which the midrib splits up into two equal parts, both of which give off lateral compound folioles in the usual way. As bifurcations of this sort are of frequent occurrence in several genera of ferns, also under cultivation, I thought it not worth while to have the specimens drawn. In the said specimens the midrib was distinctly flattened i. e. fasciated.

Amsterdam, April 1909.

LIST OF THE FIGURES.

PLATE I.

Fig. 1: Caladium spec. Bifid leaf.

Fig. 2: Colocasia affinis Schott. *a*. sagittate, *b*, *c* and *d*, abnormal shapes.

Fig. 3: Alocasia macrorrhiza Schott. Two inflorescences grown together.

Fig. 6: Dendrobium mutabile Lndl. Twisting of the stem.

Fig. 7: Rhynchostylis retusa Bl. *a*. normal flower, *b*. labellum partly petaloid, an extra anther a^1, *c* one of the lateral sepals suppressed, *d*. idem, viz. the right one, *e*. pseudo-dimerous flower with two labella.

Fig. 8: Dendrobium Rumphianum T. et B. In one of the flowers the petals suppressed.

Fig. 9: Paphiopedilum Chamberlainianum O'brien. The right petal grown together with the edge of the labellum.

Fig. 10: Paphiopedilum praestans Pfitz. Flower without labellum.

Fig. 11: Paphiopedilum glaucophyllum J. J. S. Lateral sepals free.

PLATE II.

Fig. 12: Bulbophyllum obscurum J. J. S. Inflorescence branched.

Fig. 13: Coelogyne pandurata Lndl. Pseudobulb with four leaves.

Fig. 14: Vanda tricolor Lndl. Upper sepal grown together with petals.

Fig. 15: Gloriosa Plantii Loud. Apostasis and augmentation, *a* anther, front and back.

PLATE III.

Fig. 17: Telanthera philoxeroïdes Miq. *a* Part of the stem with leaves and inflorescence. *b* Flower with bracts and perianth. *c* Flower showing stamens and pistil (normal). *d* Stamens replaced by pistils in a hexamerous flower. *e*. »stipules" broadened and multipartite (abnormal). *f* stamens transient into pistils. *g* and *h* idem, in a further stage. *i* and *k* separate parts of the perianth. *l* torus with normal (central) pistil. *m* and *n* lateral pistils, *o* normal leaf, back.

PLATE IV.

Fig. 18: Hevea brasiliensis Muell. Arg. Narrow-leaved variety.

Fig. 19: Abnormal leaf of the above plant, of which only the middle leaflet has developed and the lateral ones are replaced by thorn-like appendages.

Fig. 20: Begonia Rex. Double leaf.

Fig. 21: Begonia Rex. Leaf split up into two, one of the halves pitchershaped.

PLATE V.

Fig. 22: Acalypha hispida Burm. var. Sanderi. Inflorescence branched.

Fig. 23: Caesalpinia pulcherrina Sw. Flower showing apostasis and lateral prolification.

Fig. 24: Calendula officinalis L. Hen and chickens variety.

PLATE VI.

(**Fig. 4**): Carludovica palmata R et P. Normal leaf.

PLATE VII.

(**Fig. 5**): Carludovica palmata R et P. Leaf grown together with spadix.

PLATE VIII.

(**Fig. 16**): Musa Sapientium L. Abnormally lengthened inflorescence.

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER SAPROPHYTEN JAVAS.

VON

A. ERNST UND CH. BERNARD.

In der ursprünglichen Vegetation feuchter Tropengegenden ist neben anderen interessanten ökologischen Gruppen auch diejenige der chlorophyllfreien Gewächse, der Saprophyten und Parasiten, reichlich vertreten. Während in unserer einheimischen Flora die Bakterien, Schleimpilze und Pilze nicht nur die grosse Mehrzahl, sondern die letzteren in Form der „Hutpilze" auch die auffallendsten Vertreter der Humus bewohnenden Saprophyten liefern, treten diese in der Genossenschaft tropischer Saprophyten etwas zurück; sie werden vertreten durch chlorophyllfreie Blütenpflanzen. So enthält auch die artenreiche Pflanzendecke von Java eine grössere Anzahl phanerogamer Saprophyten. Da sich die meisten derselben durch auffällige Färbung oder eigentümliche morphologische Merkmale auszeichnen, ist es nicht zu verwundern, dass sie schon lange „bekannt" sind. Die häufiger vorkommenden sind in den floristischen Schriften von BLUME zum ersten Male beschrieben und benannt worden. Auch in MIQUEL's [1]) „Flora van Nederlandsch Indië" finden sie sich ziemlich vollständig aufgezählt und meistens auch, so weit dies bei der damaligen Kenntnis dieser Pflanzen möglich war, in systematischer Hinsicht charakterisiert. Die meisten chloro-

---

1) MIQUEL, F. A. W., Flora van Nederlandsch Indië. Vol. I—III. 1855—1859.

phyllfreien Humusbewohner Javas liefert die im malayischen Archipel auch sonst mit einer ungewöhnlichen Zahl von Gattungen und Arten vertretene Familie der *Orchidaceae*. Zahlreiche andere gehören den Familien der *Burmanniaceae* und *Triuridaceae* an, und vereinzelte Saprophyten liefern ferner die Familien der *Gentianaceae* und *Polygalaceae*.

Die Untersuchungen an den wenig zahlreichen phanerogamen Saprophyten und Parasiten der mitteleuropäischen Flora haben schon längst nach den verschiedensten Richtungen, für Oekologie, Physiologie, Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Angiospermen, wertvolle Resultate ergeben. Sollen nun die aus jenen Untersuchungen gezogenen Schlüsse gesichert werden, so ist, wie Johow [1]) (1885, S. 415) in der Einleitung zu seinen Studien über „Die chlorophyllfreien Humusbewohner Westindiens" ausführt, eine Ausdehnung der Untersuchung auf die viel zahlreicheren aussereuropäischen parasitischen und saprophytischen Phanerogamen notwendig. Besonders wünschenswert ist die Untersuchung derjenigen chlorophyllfreien Humusbewohner tropischer Gebiete, die aus Familien stammen, welche in unserer Flora teils gar nicht, teils nur durch normal grüne Gewächse vertreten sind. Johows [1]) Arbeiten aus den Jahren 1885 und 1889 sind bis jetzt die einzigen, eine grössere Zahl von Formen umfassenden Untersuchungen an tropischen Saprophyten geblieben. Die von ihm untersuchten Saprophyten stammten teils von Trinidad und Dominica, teils aus Brasilien. Aehnliche Bearbeitungen der chlorophyllfreien Humusbewohner anderer Gebiete fehlen. Auch die Saprophyten von Java sind, trotzdem die Pflanzenwelt dieser Insel wohl mehr als diejenige jedes anderen tropischen Gebietes Material zu botanischen Untersuchungen geliefert hat, noch nicht eingehend untersucht worden. Grund hiefür ist wohl die ziemliche Seltenheit einzelner dieser Pflanzen und damit die

---

1) Johow F., Die chlorophyllfreien Humusbewohner West-Indiens, biologisch-morphologisch dargestellt. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 16, 1885. S. 415—449. 3 Tafeln. — Die chlorophyllfreien Humuspflanzen nach ihren biologischen und anatomisch-entwicklungsgeschichtlichen Verhältnissen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 20, 1889. S. 475—525. 4 Tafeln.

Schwierigkeit, ein ausreichendes Untersuchungsmaterial zu erhalten. Die wenigen Arbeiten, die über einige Kapitel der Lebensgeschichte javanischer Saprophyten veröffentlicht worden sind, lassen aber erkennen, wie wertvoll und ergebnisreich eine vollständige Bearbeitung der ganzen Gruppe werden müsste.

Die wichtigsten der bis jetzt an javanischen Saprophyten ausgeführten Spezial-Untersuchungen sollen im Folgenden kurz erwähnt werden.

Den ersten Beitrag zur Lebensgeschichte javanischer Saprophyten hat 1883 M. Treub [1]) geliefert, indem er Stadien aus der Embryologie zweier *Burmanniaceae* (*Gonyanthes candida* und *Burmannia javanica*) [2]), speziell die Embryo- und Endospermbildung, beschrieb. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Fortpflanzungsvorgänge chlorophyllfreier Humusbewohner Javas sind enthalten in der von Figdor [3]) verfassten Monographie der Gentianacee *Cotylanthera tenuis* Bl., sowie in der Arbeit Poulsen's [4]) über die Entwicklung von Fruchtknoten und Grifel der Blüten von *Sciaphila nana* Bl. Morphologie, Anatomie und Entwicklungsgeschichte der vegetativen Organe von *Cotylanthera* sind von Figdor, für *Epirrhizanthes* von Penzig [5]) untersucht worden. Janse [6]) hat in seiner eingehenden Studie über die Verbreitung der endotrophen Mycorrhiza in der javanischen Pflanzenwelt auch den Bau der Wurzeln der nachfolgenden

---

1) Treub, M., Notes sur l'embryon, sur le sac embryonnaire et l'ovule. Ann. d. Jardin botan. d. Buitenzorg. Bd. 3, 1883. 3. Gonyanthes candida, Burmannia javanica. S. 120—122. 1 Tafel.

2) In unserer Liste der chlorophyllfreien Humusbewohner Javas (S. 26) ist Gonyanthes candida als Burmannia candida und Burmannia javanica Bl. als Burmannia coelestis D. Don aufgeführt.

3) Figdor, W., Ueber Cotylanthera Bl., ein Beitrag zur Kenntnis tropischer Saprophyten. Ann. d. Jardin botan. d. Buitenzorg. Bd. 14, 1897. S. 213—240. 2 Tafeln.

4) Poulsen, A. V., Sciaphila nana Bl. Et Bidrag til Stovvejens Udvikling hos Triuridaceerne. Arbejder fra den Botaniske Have i Kobenhavn Nr. 25. Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren i Kbhvn. 1906. 16. S. 1 Taf.

5) Penzig, O., Beiträge zur Kenntnis der Gattung Epirrhizanthes Bl. Ann. d. Jardin botan. d. Buitenzorg (Bd. 17) II Serie Bd. 2, 1901. S 142—170. 7 Tafeln.

6) Janse, J M., Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Ann. J. Buitenzorg. Bd. 14. 1897. S. 53—201. 11 Tafeln.

chlorophyllfreien oder chlorophyllarmen Saprophyten besprochen:

Orchidaceae: Lecanorchis javanica Bl. (l. c. S. 77—79. Taf. 13, Fig. 1—6).

Burmanniaceae: Thismia clandestina Miq. [1]) (l. c. S. 82—83. Taf. 9, Fig. 17; Taf. 14, Fig. 6; Taf. 15, Fig. 7).

Gonyanthes candia Bl. (S. 83—84).

Triuridaceae: Sciaphila tenella Bl. (S. 85—87).

Gentianaceae: Cotylanthera tenuis Bl. (l. c. S. 109—111. Taf. 9, Fig. 6—10; Taf. 15, Fig. 13).

Für die genannten Saprophyten hat JANSE die Anatomie der Wurzeln untersucht und besonderes Gewicht auf die Feststellung des Vorkommens und der Verteilung des wurzelbewohnenden Pilzes gelegt. Auf die feineren cytologischen Strukturen und Vorgänge, wie sie seither durch MAGNUS [2]) bei *Neottia Nidus avis* L., durch SHIBATA [3]) bei *Podocarpus, Psilotum, Alnus* und *Myrica* untersucht worden sind, ist JANSE nur kurz eingetreten.

Da in den genannten Arbeiten von TREUB, FIGDOR, POULSEN, PENZIG und JANSE erst wenige Fragmente zu einer Lebensgeschichte der javanischen Saprophyten vorliegen, schien es mir ein dankbares Thema, eine vollständige Lebensgeschichte aller chlorophyllfreien Humusbewohner Javas zu versuchen, da nach den verschiedensten Richtungen noch eine Fülle interessanter Ergebnisse zu erwarten waren. Eine solche Bearbeitung der Saprophyten Javas schien mir auch deswegen erwünscht zu sein, weil in JOHOW's Bearbeitung der westindischen Saprophyten bei aller Reichhaltigkeit der mitgeteilten neuen Tatsachen doch einzelne Kapitel sehr kurz behandelt worden sind, wie z. B. die Entwicklung der Fortpflanzungszellen, die Vorgänge der Befruchtung, auf vegetativem Gebiete die cytologischen Verhältnisse in

---

1) Die von JANSE untersuchte und als Thismia clandestina Miq. bezeichnete Pflanze ist, nach dem beigegebenen Habitusbild zu schliessen (l. c. Taf. 9, Fig. 17), nicht Thismia clandestina Miq., sondern die in unserer Liste aufgeführte Thismia javanica. J. J. S.

2) MAGNUS, W., Studien an der endotrophen Mycorrhiza von Neottia Nidus avis L. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 35, 1900. S. 205—272. 3 Tafeln.

3) SHIBATA, K., Cytologische Studien über die endotrophen Mykorrhizen. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 37, 1902. S. 643—684. 2 Doppeltafeln.

den pilzhaltigen Wurzeln u. s. w. Es war auch Aussicht vorhanden, auf Java, speziell in der gut durchforschten Umgebung Buitenzorgs ein artenreicheres Material zusammen zu bringen, als es Johow zur Verfügung gestanden hatte.

Der Erfolg einer solchen Arbeit ist vor allem von der Beschaffung einer möglichst grossen Zahl von Gattungen und Arten, eines vollständigen Untersuchungsmaterials der einzelnen Vertreter und dann besonders von zweckmässiger Präparation abhängig. Dass die Gewinnung eines solchen Untersuchungsmaterials während des nur Monate umfassenden Aufenthaltes eines beurlaubten Universitätsbotanikers nicht möglich ist, war bald zu ersehen und es war mir daher eine grosse Freude, dass mein Landsmann und Freund Ch. Bernard, während meines Aufenthaltes in Buitenzorg (August 1905 bis Juni 1906) Chef der botanischen Laboratorien, jetzt Vorstand der „Proefstation voor Thee" am Landwirtschaftsdepartement zu Buitenzorg, sich zur Mitarbeit an der in Aussicht genommenen Untersuchung entschloss. Schon während meiner eigenen Anwesenheit in Buitenzorg hat er das Einsammeln des Untersuchungsmaterials fast ausschliesslich geleitet und seinen damaligen und den seither fortgesetzten Bemühungen ist es zu danken, dass wir nunmehr über ein für die meisten Arten lückenloses Material verfügen. Ch. Bernard hat es auch übernommen, durch Beobachtung der Pflanzen an ihren Standorten, durch Kulturen im Laboratorium die Bestäubungsverhältnisse der Blüten, die Keimung der Samen, die Vorgänge der Regeneration und der vegetativen Vermehrung zu studieren. Das Material zu den morphologischen, anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen ist dagegen nur zum kleinen Teil von uns selbst an Ort und Stelle gesammelt worden. Die meisten Pflanzen wurden uns durch wohlinstruierte eingeborene Sammler, sorgfältig aus der Erde gehoben und gut verpackt ins Laboratorium zugetragen, und hier präpariert. Als Fixierflüssigkeiten für ganze Pflanzen kamen vorwiegend gewöhnlicher und absoluter Alkohol, Alkohol-Eisessig, für die Fixierung zu cytologischen Untersuchungen vornehmlich Chromes-

sigsäure und Chromosmiumessigsäure in verschiedenen Conzentrationen zur Verwendung.

Als Standorte für Saprophyten werden von Blume und Miquel die feuchten, schattigen Wälder der Ebene wie der Berge Javas angegeben. Der grösste Teil unseres Materials stammt aus der Umgebung Buitenzorgs, aus dem botanischen Garten selbst, aus den Bambuswäldern der umgebenden Kampongs, dem Dschungel von Depok, aus den Wäldern vom Abhange des Salak und des Megamendong, einzelnes auch aus den Wäldern um Tjibodas und von den Abhängen des Gedeh und Pangerango. Alle wachsen auf humushaltigem Grunde, auf faulendem Holz und Blattwerk. Sie sind, ähnlich wie es Johow für die westindischen Formen nachgewiesen hat und wie Figdor und Penzig auch für die von ihnen untersuchten javanischen Arten betonen, im Gegensatze zu früheren Auffassungen, nicht etwa Schmarotzer, sondern wirkliche Fäulnisbewohner.

In der nachfolgenden Liste sind die in unserem Untersuchungsmaterial bis jetzt enthaltenen Arten, nach Familien und Gattungen zusammengestellt, aufgeführt. In dieselbe sind auch einige nicht von Java stammende *Burmanniaceae* (*Burmannia tuberosa* Becc., *Corsia ornata* Becc. und *Gymnosiphon* spec.) aufgenommen worden. Material dieser Arten ist von Dr. Versteeg in Neu-Guinea gesammelt und in Spiritus conserviert uns zur Verfügung gestellt worden. Wir werden dieses Material, so weit es sich dazu eignet, zum Vergleich mit den javanischen Arten herbeiziehen. Ferner gedenken wir auch chlorophyllhaltige Verwandte einzelner chlorophyllfreier Saprophyten vergleichsweise zu untersuchen. Dieselben sind zwischen ( ) ebenfalls in die Liste aufgenommen worden, desgleichen ein Parasit, *Aeginetia centronia* Miq.

Einige in den älteren Florenwerken für Java aufgeführte, vermutlich chlorophyllfreie Pflanzen fehlen uns noch, und die an Arten reicheren Listen der *Burmanniaceae* [1]) und *Triuridaceae* [2]),

---

1) Beccari, O., Malesia. Vol. I. Genova 1877. S. 240—254.
2) — , Malesia. Vol. III. Firenze-Roma 1886—1890. S. 318—344.

die Beccari für andere Teile des malayischen Archipels gibt, lassen vermuten, dass auch in der Angiospermenflora Javas noch weitere, unbekannt gebliebene Saprophyten vorhanden sein werden. Von den in der Bearbeitung der „Orchideen von Java" von J. J. Smith [1]) aufgezählten saprophytischen Vertretern dieser Familie sind erst die mit * bezeichneten in unserem Besitze. Wir hoffen jedoch, auch noch Material von der einen oder andern der 6 in der Liste noch nicht mit * bezeichneten Arten zu erhalten.

DICOTYLEDONEAE.

Polygalaceae:

Epirrhizanthes elongata Bl.
„ cylindrica Bl.

Orobanchaceae:

(Aeginetia centronia Miq.).

Gentianaceae:

Cotylanthera tenuis Bl.

MONOCOTYLEDONEAE.

Triuridaceae:

Sciaphila nana Bl.
„ tenella Bl.

Burmanniaceae:

Thismia javanica J. J. S.
„ clandestina Miq.
Burmannia Championi Thw.
„ tuberosa Becc. (Neu-Guinea).
„ candida Bl.
(„ coelestis D. Don [Burmannia javanica Bl.]).
Gymnosiphon spec. (Neu-Guinea).
Corsia ornata Becc. „

---

1) Smith, J. J., Die Orchideen von Java. Leiden 1905.

Orchidaceae:

Silvorchis colorata J. J. S.
*Epipogum nutans Rchb. f.
*Lecanorchis javanica Bl.
Stereosandra javanica Bl.
*Galeola javanica B. et H.
* „ altissima Rchb. f.
* „ Hydra Rchb. f.
*Aphyllorchis pallida Bl.
Gastrodia verrucosa Bl.
* „ abscondita J. J. S.
* „ javanica Endl.
*Didymoplexis pallens Griff.
* „ cornuta J. J. S.
* „ minor J. J. S.
„ striata J. J. S.
*Cystorchis aphylla Ridl.
Pachystoma pubescens Bl.
(*Pogonia crispata Bl.)
(* „ Nervilia Bl.)
(*Zeuzine purpurascens Bl.)
(* „ spec.)

Unser Untersuchungsmaterial umfasst also bis jetzt 24 Arten saprophytischer Angiospermen, die 14 verschiedenen Gattungen angehören, ferner 5 verwandte Arten, welche nach der einen oder anderen Richtung an ihre saprophytischen Verwandten erinnern. Es ist aber, wie gesagt, nicht ausgeschlossen, dass im weiteren Verlaufe unserer Untersuchung noch fehlende bekannte oder neue Saprophyten hinzu kommen werden. Auch dann noch wird unser javanisches Material nur einen geringen Teil von der Gesamtzahl der bereits bekannten Saprophyten der Erde umfassen, führt doch schon Johow 1889 in seiner Liste phanerogamer Humusbewohner nicht weniger als 43 Gattungen mit ca 160 Arten auf. Die von ihm selbst auf Trinidad und Dominica gesammelten und untersuchten Arten seien zum Vergleich im Nachfolgenden ebenfalls zusammengestellt:

Burmanniaceae:

Gymnosiphon trinitatis Johow n. sp. [1]).

Apteria setacea Nutt.

Orchidaceae:

Wullschlaegelia aphylla G. Rchb.

Gentianaceae:

Voyria trinitatis Gr.

„ tenella Guild.

„ uniflora Lamm. (V. aphylla Guild.).

Seine zweite Untersuchung führte er an Materialien aus, die von Dr. H. Schenck 1886/87 in Brasilien, sowie von den Herren Dr. Schwacke und Dr. Ule in Rio de Janeiro gesammelt worden waren. Diese umfassten die nachfolgenden Vertreter:

Burmanniaceae:

Gymnosiphon refractus Benth. (Cymbocarpa refracta Miers).

„ tenellus Benth. (Ptychomeria tenella Miers).

Dictyostegia orobanchioides Miers.

Burmannia capitata Mart. (Von Dr. Schenck auf sandigem Küstenboden gesammelte grüne, vielleicht nicht saprophytische Art, die ebenfalls zum Vergleich mit den chlorophyllosen Vertretern herangezogen wurde).

Orchidaceae:

Wullschlaegelia aphylla Rchbch. (Mit der auf Trinidad gesammelten Pflanze nahe verwandt oder identisch).

Pogoniopsis sp. (P. nidus avis Rchbch. f. nahe stehend).

Triuridaceae:

Sciaphila Schwackeana Johow (n. sp.).

Gentianaceae:

Voyria obconica Prog.

„ uniflora Lam. (V. aphylla Guild.).

Insgesammt sind von Johow also 8 Gattungen mit 13 Arten westindischer und brasilianischer chlorophyllfreier Saprophyten

---

1) In der Arbeit von 1885 S. 417 u. w., wie 1889 S. 477 von Johow angegeben wird, irrtümlicherweise als *Burmannia capitata* Mart. aufgeführt.

untersucht worden. Die von uns auf Java gesammelten Holosaprophyten gehören, wie auch die westindischen und brasilianischen Johow's, den Monokotyledonen-Familien der *Burmanniaceae*, *Orchidaceae* und *Triuridaceae*, sowie der Dikotyledonen-Familie der *Gentianaceae* an; durch die Gattung *Epirrhizanthes* ist im javanischen Material ferner die Familie der *Polygalaceae* vertreten. Von den auf Java gesammelten 14 Gattungen sind drei mit westindischen und brasilianischen identisch und die Gentianaceengattungen *Voyria* und *Cotylanthera* sind wohl nahe miteinander verwandt. Gemeinsame Arten liegen leider zur Untersuchung nicht vor.

Die Untersuchung des weitschichtigen Materials konnten wir natürlich nicht bis zum vollständigen Abschluss des Einsammelns aufschieben. Aus verschiedenen Gründen schien es uns auch nicht ratsam, mit der Publikation der Ergebnisse einzelner Teiluntersuchungen bis zur beendeten Durcharbeitung des ganzen Materials zu warten. Wir gedenken vielmehr die Resultate der einzelnen Untersuchungen in freier Reihenfolge zu veröffentlichen. Von einer vergleichenden Darstellung der Ergebnisse für die Vertreter derselben Familie und der verschiedenen Familien untereinander muss natürlich zunächst abgesehen werden, doch werden sich später noch zusammenfassende Kapitel anschliessen. Für alle zu untersuchenden Pflanzen werden wir zuerst die gesamte Embryologie (Entwicklung der Samenanlage, des Embryosackes, des Embryos und Endosperms) behandeln. Nachher folgen Mitteilungen über Morphologie und Anatomie der Blüten, Früchte und Samen, über die Entwicklung des Pollens und die Bestäubungsverhältnisse; dann werden sich anschliessen Mitteilungen über Morphologie und Anatomie der Achsen-, Blatt- und Wurzelorgane, Untersuchungsergebnisse über Mycorrhiza, Samenkeimung, vegetative Vermehrung und Regeneration.

Die beiden Verfasser dieser Mitteilungen sind leider räumlich weit von einander entfernt, was seinerzeit, als der Plan zu diesem Untersuchungscyclus gefasst wurde, nicht vorauszusehen war. Selbverständlich erschwert die grosse Entfernung (Zürich-Buitenzorg), welche den schriftlichen Gedanken-

austausch sehr zeitraubend macht, das Zusammenarbeiten ausserordentlich, ein Nachteil, dem allerdings nach anderen Richtungen auch wieder Vorteile gegenüberstehen. So sind wir genötigt, unsere Untersuchungen vollkommen unabhängig von einander durchzuführen; von den mitzuteilenden Ergebnissen sind mithin viele durch eine doppelte Untersuchung gesichert. Aus zeitökonomischen Gründen werden wir uns folgendermassen in die Arbeit teilen: für jede Einzelmitteilung wird nur der eine von uns die Untersuchung bis in alle Details hinein durchführen, die notwendigen Zeichnungen entwerfen und eine ausführliche Niederschrift der Ergebnisse vornehmen, der andere dagegen wird über den gleichen Gegenstand nur Notizen zum Vergleich der Ergebnisse vor der endgültigen Redaktion einliefern. In den Ueberschriften zu den einzelnen Mitteilungen werden wir diesen verschiedenen Anteil an der Ausführung durch die Reihenfolge unserer Namen in der Autorenangabe zum Ausdruck bringen. Die Autorenangabe „Ch. Bernard und A. Ernst" unter den ersten Mitteilungen „Beiträge zur Kenntnis der äusseren und inneren Morphologie von *Thismia javanica* J. J. S." und „Zur Embryologie von *Thismia javanica* J. J. S." bedeutet also, dass diese Arbeiten in erster Linie auf den Untersuchungsergebnissen von Ch. Bernard beruhen und erst bei der Redaktion auch Ergebnisse von Untersuchungen und Studien des Zweitzeichnenden verwertet worden sind. Die Zeichnungen zu jeder Mitteilung stammen gewöhnlich auch nur von einem von uns, in der Regel vom Erstzeichnenden der betreffenden Mitteilung. Auf den Tafeln ist nur der Name des Zeichners angegeben.

Die endgültige Zusammenstellung und Redaktion aller Arbeiten in deutscher Sprache wird von dem in der Hauptüberschrift Erstzeichnenden (A. Ernst) besorgt.

Da wir uns in der ganzen Serie von Arbeiten mit verhältnismässig seltenen, meistens noch nicht genau beschriebenen Pflanzen beschäftigen, haben wir es für notwendig erachtet, für jede der zu untersuchenden Pflanzen eine kurze floristisch-systematische Notiz aufzunehmen, die immer der ersten Mitteilung über die betreffende Pflanze vorausgestellt werden soll.

Herr J. J. Smith vom Herbarium in Buitenzorg, der bekannte Bearbeiter der Orchideen Javas, hat es in liebenswürdiger Weise übernommen, uns diese systematisch-floristischen Notizen zur Verfügung zu stellen und, wenn notwendig, auch Nomenclaturfragen zu erledigen, ungenügende Diagnosen zu vervollständigen etc. Die von ihm gelieferten Beiträge werden nur von ihm gezeichnet. An diese systematisch-floristischen Notizen schliessen wir, wenigstens für die selteneren und noch wenig bekannten Pflanzen, auch eine kurze Darstellung ihrer äusseren und inneren Morphologie an. Ausser diesen mehr orientierenden Mitteilungen sollen in erster Linie die Ergebnisse embryologischer Untersuchungen mitgeteilt werden und dann das Seite 29 angeführte Programm nach und nach zur Ausführung gelangen.

I. Zur Systematik von Thismia javanica J. J. S.

VON

J. J. SMITH.

(Hierzu Tafel IX und X.)

Thismia javanica J. J. Smith *n. sp.*

Radices elongatae, teretes, gemmas adventitias emittentes. Pedunculus 1—2*florus. Tubus floralis obovoideo-turbinatus, longitudinaliter* 12*sulcatus, verrucoso-rugosus, niveus, aurantiaco-striatus, c.* 0.6—0.8 *cm. longus, intus reticulato-lamellatus, annulo leviter* 6 *angulato in fauce. Sepala* 3, *triangula, rotundata, aurantiaca,* 0.125—0.225 *cm. longa. Petala* 3, *suboblonga, apice truncata et plus minusve dentata, aurantiaca, c.* 0.15—0.23 *cm. longa, appendice subulato-filiformi, c.* 0.425—1.35 *cm. longa. Stamina in tubum amplum, deflexum, carnosulum, papillosum, c.* 0.3—0.35 *cm. longum, basi* 6*foraminulatum cohaerentia vel connata, connectivo apice breviter tridentato, pilifero, supra thecas appendice transversa, tubo adnexa et paulo breviore,* 5*dentata donato. Stigmata erecta, oblongo-quadrangula, obtusissima, subretusa. Pedicellus fructifer haud elongatus.*

Kleine Pflanze mit zahlreichen, stielrunden, weissen, bis c. 4 cm. langen, 0.075 cm. dicken, in ziemlich regelmässigen Abständen Adventivknospen bildenden, rhizomähnlichen Wurzeln. Adventivknospen sich ähnlich der Hauptpflanze entwickelnd und diese daher rasenbildend.

Blütenschaft aufrecht, weiss, c. 1.4—2.5 cm. lang, mit c. 6—8 angedrückten, dreieckigen, weissen Schaftblättern, meistens zweiblütig, selten eine dritte Blüte erzeugend. Brakteen 3, genähert,

aufrecht, etwas herablaufend, länglich, mehr oder weniger zugespitzt, concav, 1-nervig, weiss, durchscheinend, c. 0.4—0.8 cm. lang, die zweite Blüte mit einer vierten Braktee am Grunde. Blütenstielchen sehr kurz, warzig, bis c. 0.15 cm. lang, sich nach der Befruchtung nicht verlängernd. Blütenröhre verkehrt eirund kreiselförmig, etwas unterhalb der Spitze und in der Mitte mit einer schwachen Einschnürung, am Grunde zusammengezogen, mit 12 Längsfurchen, querrunzelig und warzig, weiss, die obere Hälfte mit 12 abwechselnd blass und lebhaft orangefarbigen Längsstreifchen in den Furchen, oberhalb des Fruchtknotens c. 0.6—0.8 cm. lang, 0.475—0.6 cm. breit, innen mit 12 von zahlreichen unregelmässig und klein gekerbten Querplättchen netzförmig verbundenen Längsleisten, etwas unterhalb des Saumes mit einem ziemlich breiten, fast horizontalen, am äusseren Rande etwas erhabenen, 6winkeligen, nach innen schwach abschüssigen, etwas concaven, c. 0.125—0.17 cm. breiten, 0.43—0.475 cm. im Durchschnitt messenden, weissen, am inneren Rande blass orangefarbigen, eine ziemlich kleine, 6winkelige Öffnung freilassenden Ring. Kelchabschnitte 3, abstehend, dreieckig, zugerundet, blass orange, c. 0.125—0.225 cm. lang und an der Basis ebenso breit. Korollenabschnitte 3, abstehend, länglich, an der Spitze abgestutzt und mehr oder weniger gezähnt, am Grunde verbreitert, convex, orange, an der Basis weisslich, c. 0.15—0.23 cm. lang, aussen mit einer starken, unterhalb der Spitze in ein verlängertes, pfriemlich fadenförmiges, orangefarbiges, an der Spitze weissliches, c. 0.925—1.35 cm. langes Anhängsel auslaufenden Längsverdickung. Staubblätter 6, länglich, zu einer abwärtsgebogenen, weiten, fleischigen, innen mit 6 Längsfurchen versehenen, innen und aussen papillösen, weissen, c. 0.3—0.35 cm. langen Röhre zusammengeklebt oder verwachsen. Staubfäden am Grunde mit zurückgebogenen Rändern der Blütenröhre angewachsen, tiefe, ungefähr eiförmige, zugespitzte Aushöhlungen bildend. Konnektive stark entwickelt, an der Spitze kurz 3-zähnig, die Zähne mit 1—2 ziemlich langen Haaren an der Spitze. Antherenfächer etwas unterhalb der Mitte der Röhre auf der der Blütenröhre zugewandten Seite,

parallel, länglich, der Länge nach aufspringend, blass gelb, oberhalb (in der natürlichen Lage unterhalb) der Theken mit einem dem Konnektiv locker anliegenden, etwas kürzeren, breiten, fleischigen, am Rande etwas abgebogenen, und mit 5 ungefähr kegeligen, z. T. haartragenden Zähnen versehenen, weissen, c. 0.05—0.07 cm. langen, 0.1—0,13 cm. breiten Anhängsel, die Anhängsel mit ovalen, glatten Längsfleckchen abwechselnd. Griffel sehr kurz, stielrund, am Grunde verbreitert, orange, mit den 3 aufrechten, länglich viereckigen, sehr stumpfen, an der Spitze schwach eingedrückten, aussen convexen und mit einer Längsrinne versehenen, papillösen, blass orangefarbigen, c. 0.075—0.1 cm. langen Narben c. 0.125—0.15 cm. lang. Fruchtknoten kreiselförmig, stark warzig, weiss, c. 0.15—0.35 cm. lang, an der Spitze 0.225—0.35 cm. breit, einfächerig, mit 3 vertikalen, nahezu ringsum mit ∞ Samenanlagen besetzten Samenträgern. Frucht halbkugelig kreiselförmig, vom unteren bleibenden, bis c. 0.125 cm. hohen, ringförmigen Teile der Blütenröhre gekrönt, weiss, warzig, mit diesem c. 0.4—0.5 cm. hoch, nahezu 0.5—0.55 cm. breit. Samen schief länglich ellipsoidisch, c. 0.04 cm. lang.

Hab. Java: In der Umgebung von Buitenzorg bei Kampong Tjibeureum, im Erdreich am Fusse eines *Lansium domesticum* Jack. (Duku) wachsend.

Thismia javanica J. J. S. ist die zweite Species der Gattung in Java. Die andere Art, *Th. clandestina* Miq., wurde zuerst von Blume als *Sarcostigma clandestinum* nach sehr unvollständigem Material beschrieben. Wahrscheinlich werde ich bald in der Lage sein, auch von dieser eine vollständige Beschreibung zu geben. *Thismia javanica* ist am nächsten verwandt mit *Th. Brunoniana* Griff. [1]) von Tenasserin und mit *Th. Gardneriana* Hook. f. [2]) von Ceylon. Nach Beschreibung und Figur ist *Th. Brunoniana* durch bedeutend grössere Blüten (Kelchröhre $^3/_4$ inch lang), die Farbe (gelb und scharlachrot) und tief zweitei-

---

1) Griff. in Transact. Linn. Soc. XIX (1845), 341; Hook. f. Fl. Br. Ind. V, 666. — Th. Brunonis Griff. l. c., t. 39.

2) Hook. f. in Thw. Enum. 325; Fl. Br. Ind. V, 666; Trim. Fl. Ceyl. IV, 132. — Th. Brunonis Miers. (non Griff.) in Transact. Linn. Soc. XX (1851), 381, t. 15, f. 20, 21.

lige Narben, *Th. Gardneriana* ebenfalls durch die Farbe (orangegelb) und tief zweiteilige spitze Narben, ausserdem jedoch durch spitze (nach Hooker f. sind sie kreisrund) Kelchabschnitte von *Th. javanica* verschieden. Auch stimmt die Staubblattröhre bei beiden Arten nicht genau mit derjenigen von *Th. javanica* überein (Haare z. B., wie sie bei dieser Art vorkommen, werden nicht erwähnt).

Wenn also auch die angeführten Unterschiede die Aufstellung einer neuen Art genügend rechtfertigen, so bleibt Vergleichung gut erhaltenen Materials aller drei Arten immerhin erwünscht. Die Blüten dieser Pflanzen sind so kompliziert gebaut und zugleich so zart, dass die Beschreibung derselben selbst nach lebendem Material nicht gerade leicht ist.

FIGURENERKLÄRUNGEN ZU TAFEL IX u. X.

TAFEL IX.

Fig. 1. Habitusbild von *Thismia javanica* J. J. S. Vergr. $^{2}/_{1}$.

TAFEL X.

Fig. 1. Wurzel mit Adventivsprossen. Vergr. $^{4}/_{1}$.

Fig. 2. Petalum. Vergr. $^{10}/_{1}$.

Fig. 3. Teilstück der Blüte von der inneren Seite gesehen. Vergr. $^{9}/_{1}$.

Fig. 4 *a* und *b*. Zwei Staubblätter von der der Blütenröhre zugekehrten Seite gesehen (Die Figuren sind etwas zu breit geraten). Vergr. $^{10}/_{1}$.

Fig. 5. Querschnitt durch den Fruchtknoten. Vergr. $^{12}/_{1}$.

Fig. 6. Stempel. Vergr. $^{16}/_{1}$.

Fig. 7. Früchte. Vergr. $^{4}/_{1}$.

Fig. 8. Längsschnitt durch eine Frucht. Vergr. $^{8}/_{1}$.

Fig. 9. Samen. Vergr. $^{40}/_{1}$.

II. Äussere und innere Morphologie von Thismia javanica J. J. S.

VON

CH. BERNARD UND A. ERNST.

(Hierzu Tafel XI—XIII).

Thismia javanica J. J. S. scheint in der Umgebung Buitenzorgs recht selten zu sein. Wir haben nur eine beschränkte Anzahl von Exemplaren zu unserer Verfügung gehabt, welche alle an demselben Standorte gesammelt worden sind. Der Sammler, welcher die ersten Exemplare dieser kleinen und eleganten Burmanniacee ins Laboratorium brachte, gab ihr der fadenförmigen Anhängsel ihrer Krone wegen den Namen „Angrek ramboet" (d. h. „Haarorchis"), im Gegensatz zu *Thismia clandestina*, welche er der kleinen, mitraähnlichen Krone wegen als „Angrek topi" (d. h. „Hutorchis") bezeichnete. Es ist leicht verständlich, dass der eingeborene Sammler, durch die auffallende und an die Orchideen erinnernde Gestalt der Blüten verführt, diese Pflanzen ebenfalls zu den Orchideen rechnete.

Der einzige Standort, von welchem wir Exemplare dieser *Thismia*-Art erhielten, liegt in einem Dorfe der Umgebung von Buitenzorg, im Kampong Tjibeureum, auf der Pflanzung Tjidjeroek. Die Pflanzen wachsen dort im Humus am Fusse eines Baumes von *Lansium domesticum*; nur die Blütensprosse ragen über den Boden empor.

Die Achsenorgane von *Thismia javanica* sind sehr zart und von weisslicher Färbung. Sie tragen in Form schmaler Schuppen einige rudimentäre Blätter und auf ihrem Scheitel ein bis drei

Blüten, welche sich auf verschiedenen Entwicklungsstadien befinden. Die offenen Blüten bestehen aus einem unterständigen Fruchtknoten, über welchem sich die Krone in Form eines umgekehrten Kegels erhebt. Sie ist ebenfalls von weisser Färbung und mit kleinen, orangegelben Flecken geziert.

Thismia javanica pflanzt sich mit grösster Leichtigkeit auf vegetativem Wege fort. Diese Art der Vermehrung ist jedenfalls für die Erhaltung der Art von grösster Bedeutung, denn die verschiedensten äusseren Umstände können die Zerstörung der oberirdischen Blütensprosse bewirken und die Fortpflanzung durch Samen unmöglich machen. In erster Linie werden die reichlichen Regen und die grosse Feuchtigkeit der Luft und des Bodens, welche nur innerhalb gewisser Grenzen die Entwicklung dieser Pflanze begünstigen, die Zerstörung ihrer gebrechlichen, oberirdischen Organe bewirken. Wie es scheint, sind auch Hühner und andere Tiere auf die kleinen weissen Blüten von *Thismia* erpicht. Viele Blüten, deren Entwicklungsgang ich (Ch. Bernard) zu überwachen suchte, um mir verschiedene Entwicklungsstadien der reifenden Früchte zu verschaffen, wurden durch Hühner weggepickt. Schliesslich suchte ich sie durch kleine Käfige aus Bambus vor den Hühnern zu schützen; aber nun gingen die Blüten kurze Zeit nach der Anthese, offenbar in Folge zu grosser Feuchtigkeit, zu Grunde. Ich versuchte ferner, Pflanzen, die Blütensprosse verschiedenen Alters trugen und sorgfältig mit dem umgebenden Humus ins Laboratorinm gebracht worden waren, unter Glasglocken zu kultivieren. Trotzdem dafür gesorgt wurde, dass die Feuchtigkeit unter den Glocken weder zu gering noch zu stark war, waren auch diese Bemühungen umsonst. Aus dem gleichen Grunde hatten auch die im Laboratorium wie am natürlichen Standorte angestellten Versuche mit künstlicher Bestäubung keinen Erfolg. Diese negativen Resultate bilden natürlich noch keinen absoluten und definitiven Beweis, dass die vegetative Vermehrung allein für die Verbreitung von *Thismia javanica* sorgt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass an anderen Standorten und unter anderen äusseren Bedingungen reife Früchte gebildet

werden. Unter ca. hundert untersuchten Blüten vom genannten Standorte waren aber nur zwei oder drei, deren Fruchtknoten sich ansehnlich vergrössert hatten und fast reife Samen enthielten. Diese Exemplare gaben die Möglichkeit, in der Entwicklung ziemlich weit vorgeschrittene Embryonen zu studieren. Ich liess diese Früchte solange an ihrem Standorte, bis ihre gelblich werdende Färbung eine baldige Fäulnis befürchten liess. Das Material an älteren Fruchtknoten war also nicht reichlich genug, um die Versuche zu ermöglichen, welche zur Erforschung der Keimung der Samen notwendig sind.

Über die äussere Morphologie und den inneren Bau der unterirdischen Organe von *Thismia javanica* hat schon Janse [1]), der die Pflanze irrtümlicherweise als *Thismia clandestina* bezeichnete, einige Angaben gemacht. Ein eingehenderes Studium derselben erscheint aber bei ihrer grossen Bedeutung für Physiologie und Ökologie dieses Saprophyten wohl gerechtfertigt.

Wie eine der vorstehenden Arbeit von J. J. Smith beigegebene Zeichnung (Taf. X, Fig. 1) erkennen lässt, sind die unterirdischen Organe von *Thismia javanica* in eigenartiger Weise angeordnet. In dem humusreichen Boden ihrer Standorte findet man in geringer Tiefe eine grosse Anzahl weisser oder schwach bräunlich gefärbter Stränge von ungefähr 1 mm Durchmesser, welche oft zu unentwirrbaren Knäueln verfilzt sind; dies sind die Wurzeln der Pflanze. Sie verlaufen meist in allen möglichen Richtungen. Einige wenige zeigen horizontalen Verlauf, sind gewöhnlich etwas dicker als die anderen und von dunklerer Färbung; auf ihnen entstehen in grosser Anzahl Adventivsprosse. Man ist zuerst geneigt, diese horizontal verlaufenden Organe als Rhizome zu betrachten; die aufmerksame Untersuchung zeigt aber bald, dass ihnen Blattschuppen völlig fehlen und andererseits die Anatomie des Vegetationspunktes und des Leitbündels jeden Zweifel an ihrer Zugehörigkeit zum Wurzelsystem sofort ausschliesst. Die wurzelständigen Knospen, aus

1) Janse, J. M., Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Ann. d. Jardin botan. d. Buitenzorg. Bd. XIV. 1897. S. 82. Taf. IX, Fig. 17; Taf. XIV, Fig. 6; Taf. XV, Fig. 7.

denen die oberirdischen Sprosse hervorgehen, sind von eigentümlichem Habitus. Sie entstehen auf jeder horizontal verlaufenden Wurzel in grösserer Anzahl und sind umso stärker entwickelt, je mehr man sich vom Vegetationspunkt der proliferierenden Wurzel entfernt (Smith, l. c. Taf. X, Fig. 1). Der Bildung einer Sprossanlage vorausgehend, erscheint an der betreffenden Wurzelstelle zuerst eine Gruppe kleiner Wurzeln, welche sich sehr rasch verlängern. Positiver Geotropismus geht denselben völlig ab. Sie sind auch nicht diageotropisch, sondern mit ihren Spitzen häufig fast senkrecht aufwärts gerichtet. Sie bilden zusammen ein die junge Achse rings umgebendes Büschel. Die Blütenachse selbst ist schon auf sehr frühen Stadien zwischen den jungen Wurzeln sichtbar und trägt bereits eine endständige Blütenknospe (Smith l. c. Taf. X, Fig. 1). Während die junge Achse sich verlängert und sehr bald aus dem Boden hervorbricht, wachsen auch die sie zuerst umhüllenden Wurzeln im Boden weiter und zwar einzelne derselben wieder in horizontaler Richtung. Sind diese später genügend erstarkt, so gehen sie ebenfalls zur Sprossbildung über.

Der *Epidermis der Wurzeln* fehlen die Wurzelhaare, was sowohl bei Betrachtung der Wurzeloberfläche (Taf. XI, Fig. 5), wie auf Wurzelquerschnitten sofort auffällt (Taf. XI, Fig. 1). Dagegen findet man zahlreiche Zellen der Wurzelrinde mit Pilzhyphen erfüllt (Taf. XI, Fig. 1, 4). Es stimmt hierin *Th. javanica* mit der Mehrzahl der anderen von uns gesammelten phanerogamen Saprophyten überein. Wie schon in der Einleitung zu unseren Arbeiten (S. 23) erwähnt worden ist, hat Janse in seine Studien über die Verbreitung der Mycorrhiza in der javanischen Pflanzenwelt nur eine kleine Anzahl der chlorophyllfreien Humusflanzen einbezogen. Die wenigen von ihm untersuchten Vertreter haben schon gezeigt, wie lohnend es sein wird, das Studium der Mycorrhiza gerade in dieser biologischen Gruppe von Pflanzen nochmals aufzunehmen. Wir werden später ein besonderes Kapitel der Darstellung der bei diesen Saprophyten angetroffenen Mycorrhizaformen widmen. An dieser Stelle soll daher auf die Verpilzung der Wurzeln

von *Thismia javanica* noch nicht ausführlich eingetreten werden. Besonders reichlich trifft man die Myceliumfäden des Pilzes in den Zellen der subepidermalen Zellschicht der Wurzel (Tafel XI, Fig. 1, 4). In anderer Ausbildungsform begegnet man seinen Fäden auch in den tieferen Schichten des Rindengewebes. Nicht selten ist der Pilz in bestimmten Wurzelpartien besonders häufig, während er anderen Regionen vollständig fehlt. Bemerkenswert ist ferner, dass die nicht vom Pilz bewohnten Zellen der Wurzelrinde mit zahlreichen grossen Stärkekörnern erfüllt sind (Taf. XI, Fig. 1), während die pilzhaltigen Zellen stärkefrei sind. Die Pilzhyphen sind verhältnismässig dick und durch Querwände (Taf. XI, Fig. 4) gefächert. Ihre Wände sind hyalin und farblos. Viele Zellen des Rindenparenchyms enthalten überdies Raphidenbündel aus Ca-oxalat. Die Ca-oxalat-haltigen Zellen sind sowohl an dickeren Wurzelquerschnitten (Taf. XI, Fig. 1), wie auch an ganzen mit Chloralhydrat aufgehellten Wurzeln zu erkennen (Taf. XI, Fig. 5). Man nimmt an diesen letzteren über die ganze Länge bis an ihre Spitze hin zahlreiche kleine Flecken von grauer Farbe wahr, welche von solchen Nadelbündeln gebildet werden. Der Vegetationspunkt der Wurzel zeigt keinen aussergewöhnlichen Bau. Die Wurzelhaube ist zwar nur wenig entwickelt, aber doch deutlich zu erkennen. Sie besteht nur aus zwei oder drei Zellschichten, deren Zellen sich nach der Bildung neuer Schichten sehr bald aus dem Verbande loslösen und zu Grunde gehen. Nur hie und da sind einige isolierte, mehr oder weniger abgerundete Zellen der Haube auch noch in einigem Abstand hinter dem Scheitel auf der Oberfläche der Epidermiszellschicht vorhanden. In den Wurzeln jeden Alters, besonders aber in den jüngsten, fällt der ungewöhnlich grosse Stärkegehalt auf. Wie wir später sehen werden, findet man die Stärke in ebenfalls bedeutender Menge in fast allen Organen der Pflanze vor: selbst in den haarförmigen Verlängerungen des Corollenrandes ist noch Amylum, allerdings in geringerer Menge, enthalten, und in abgewelkten Blüten enthalten die Wände des fast reifen Fruchtknotens noch viel Stärke. Blüten jeden Alters färben sich dunkelblau

oder schwarz, wenn sie während einiger Minuten in eine Jod-jodkaliumlösung getaucht werden.

Die Epidermiszellschicht der Wurzel setzt sich aus grossen, nach aussen vorgewölbten, leicht papillenartigen Zellen zusammen (Taf. XI, Fig. 1 u. 4). Im Querschnitt erscheinen diese Zellen im allgemeinen rechteckig. Auch viele Zellen der übrigen Rindenzellschichten sind auffallend gross und ziemlich genau isodiametrisch. Von aussen nach innen, gegen die Endodermis hin, nimmt die Grösse der einzelnen Zellen ab. Die Radialwände der häufig ebenfalls stärkehaltigen Zellen der Endodermis weisen in geringem Abstand von der inneren Tangentialwand wohl ausgebildete Caspari'sche Punkte auf (Taf. XI, Fig. 2 u. 3). Diese treten nach Behandlung der Schnitte mit Eau de Javelle und dem *Genfer Reagens* [1]) besonders scharf hervor. Sie erscheinen dann innerhalb der rosenrot gefärbten Cellulosewände der Endodermiszellen als stark lichtbrechende, gelbliche Punkte. Endodermiszellen mit stark verdickter Innenwand, wie sie bei so vielen anderen Monocotyledonen und besonders auch bei den von Johow [2]) beschriebenen Burmanniaceen vorkommen, fehlen den Wurzeln von *Thismia javanica* merkwürdigerweise vollständig.

Die äusserste Zellschicht des Zentralzilinders, das *Perizykel*, besteht aus viel kleineren Zellen, welche in gewohnter Weise mit denjenigen der Endodermis alternieren (Taf. XI, Fig. 2 u. 3). Ihre Cellulosewände sind sehr dünn. Innerhalb dieser Schicht sind die Elemente des Bastes in einer wechselnden Anzahl grösserer und kleinerer Bündel gruppiert (Taf. XI, Fig. 2 u. 3). Die einzelnen Bastbündel sind von einander durch grosse, dünnwandige Parenchymzellen getrennt. Die Bastzellen haben einen

---

1) Ueber Herstellung und Gebrauch des von Chodat empfohlenen »Genfer Reagens" siehe Ch. Bernard "Le bois centripète dans les feuilles des Conifères". Beihefte zum botanischen Centralblatt, Bd. XVII. 1904. S. 252. Taf. III.

2) Johow, F., Die chlorophyllfreien Humusbewohner Westindiens. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XVI. 1885. S. 425. Taf. XVII, Fig. 9 u. 10.

——, Die chlorophyllfreien Humuspflanzen nach ihren biologischen und anatomisch-entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XX. 1889. S. 495. Taf. XX. Fig. 11.

kleineren Querschnitt und dickere, mit Congorot sich lebhafter rotfärbende Membranen als die Zellen des umgebenden Parenchymgewebes. Im Zentrum des Wurzelquerschnittes ist ein einziges Bündel aus Elementen mit verholzten Membranen vorhanden (Taf. XI, Fig. 1—3). Eine polyarche Anordnung seiner Elemente ist selbst in sehr jungen Wurzeln nicht deutlich zu erkennen. Dieses zentrale Bündel, das sich aus Gefässen und Tracheiden mit spiraligen Verdickungsleisten der Membran zusammensetzt (Taf. XI, Fig. 5), wird durch ziemlich grosse Parenchymzellen von den Bastzellgruppen getrennt. Bei der Durchsicht einer grossen Zahl von Schnitten, auch solcher durch sehr alte Wurzeln, wurde in diesem Parenchym niemals die Ausbildung eines Cambiums wahrgenommen. Sekundäres Dickenwachstum und Ausbildung sekundärer Gewebe scheint den Wurzeln von *Thismia javanica* vollkommen zu fehlen.

Auch die *Anatomie der oberirdischen Organe* von *Thismia javanica* zeigt nicht viele Besonderheiten. Wenige Zeilen werden genügen, um dieselben kurz zu besprechen.

Der *Stengel* erscheint auf Querschnitten (Taf. XII, Fig. 1) nicht kreisrund, weil die rudimentären Blätter am Stengel herablaufen. Sie bilden an seiner Oberfläche längsgestreckte Leisten, welche auf Querschnitten je nach der Höhe, in welcher sie getroffen worden sind, als mehr oder weniger breite und stärker oder schwächer vorragende Wülste erscheinen. Die Epidermis (Taf. XII, Fig. 2*a*) besteht aus ziemlich gleichmässig grossen Zellen, welche regelmässig neben einander gelagert sind und deren Aussenwand schwach vorgewölbt ist. Auch das Rindengewebe besteht aus grossen und isodiametrischen Zellen, deren Durchmesser in den auf die Epidermis folgenden wie in den an die Endodermis anstossenden Zellschichten etwas geringer ist als in den mittleren Schichten. Eine beträchtliche Anzahl dieser Rindenzellen enthält Raphidenbündel. Es fällt hier im Stengel, wie in fast allen anderen parenchymatischen Geweben dieser Pflanze von der Spitze der Wurzeln bis zum äussersten Ende der Corollenfortsätze, der grosse Gehalt an Ca-oxalat-Ausscheidungen auf. Hier wie in den anderen Organen

sind die ihre Bildungszellen fast ganz erfüllenden Raphidenbündel in der Richtung der Längsachse des betreffenden Organes gestreckt (Taf. XI, Fig. 5; Taf. XII, Fig. 2*b*; Taf. XIII, Fig. 1). Dies ist eigentlich selbstverständlich, da auch ihre Bildungszellen im Sinne jener Achse gestreckt sind und die Ca-oxalat-Nadeln in der Längsrichtung der Zellen verlaufen; es war indes notwendig, dies kurz anzuführen, weil auf Querschnitten durch diese Organe (Taf. XII, Fig. 1, 2, 5, 6) die Raphidenbündel immer von oben gesehen werden. Der Durchmesser der oxalathaltigen Zellen ist gewöhnlich etwas grösser als derjenige der umgebenden Parenchymzellen. Im Mark des Stengels fehlt das Oxalat; das gleiche ist auch noch in Geweben einiger anderer Organe, in den Konnektiven der Staubblätter, in den Wänden des Fruchtknotens und in der Narbe, der Fall. Besonders reich an Ca-oxalat sind dagegen die Rindengewebe von Wurzel und Stengel, die Gewebe der Blätter, sowie die Fortsätze des Corollenrandes.

Die Endodermis des Stengels (Taf. XII, Fig. 3) besteht im Vergleich zum Rindengewebe aus kleineren Zellen. Ihre Radialwände zeigen den Caspari'schen Punkt häufig ebenso deutlich wie die Endodermiszellen der Wurzel und in ähnlicher Anordnung, in geringem Abstand von der inneren Tangentialwand. In sehr jungen Stengeln, welche mit einer Blütenknospe endigen, sind alle Parenchymgewebe mit Stärke vollgepfropft. Sehr wahrscheinlich wird diese Stärke während der Entwicklung der Blüte verbraucht, denn in Stengeln, die ältere Blütenknospen oder junge Früchte tragen, ist der Stärkegehalt viel geringer. Vielfach findet man dann in den Rindenzellen nur noch vereinzelte Stärkekörner vor. Ihre bedeutendste Grösse erreichen die Stärkekörner in den mittleren Rindenschichten. Gegen die Epidermis wie gegen den Zentralzilinder des Stengels hin werden sie kleiner. Die Endodermis selbst ist in jungen Stengeln gewöhnlich stärkefrei oder es enthalten nur einzelne ihrer Zellen wenige, kleine Amylumkörner.

Die Zellen des Perizykels (Taf. XII, Fig. 3) sind noch kleiner als diejenigen der Endodermis und alternieren mit denselben.

Innerhalb dieser Zellschicht sind die Bastzellen, ähnlich wie in den Wurzeln, zu grösseren und kleineren Bündeln vereinigt. Die Zellenzahl dieser Bündel (Taf. XII, Fig. 1 u. 3) ist innerhalb eines Stengels wechselnd, aber niemals besonders gross. Die Membranen dieser Zellen sind verdickt und mit Congorot stark färbbar. Die einzelnen Bündel sind von einander durch parenchymatische Zellen mit dünnen und wenig färbbaren Membranen getrennt. Ähnliche Zellelemente (im allgemeinen nur eine einzige Zellschicht) trennen die Gesamtheit der Bastbündel von der Gesamtheit der Holzbündel (Taf. XII, Fig. 1 u. 3). Diese letzteren setzen sich aus einer ebenfalls wechselnden Zahl von Spiralgefässen und Tracheiden zusammen. Auch in älteren Entwicklungsstadien der Stengel waren niemals Tangentialteilungen in dieser Bast und Holz trennenden Zellschicht wahrnehmbar. Ebenso wenig wie in der Wurzel erfolgt also im Stengel von *Thismia javanica* die Bildung sekundärer Gewebe. Das zentrale Mark ist grosszellig und stark entwickelt.

Die *Blätter* von *Thismia javanica* sind nicht nur in ihrer äusseren Erscheinung, sondern auch in ihrer anatomischen Struktur recht rudimentär. Die Zellen der Epidermis unterscheiden sich fast gar nicht vom subepidermalen Gewebe (Taf. XII, Fig. 5, 6). Die Blätter besitzen, wie eigentlich bei einer vollkommen chlorophyllosen Pflanze nicht anders zu erwarten ist, weder Spaltöffnungsapparate noch Palissadengewebe. Alle Mesophyllzellen sind in der Hauptsache gleichartig ausgebildet. Einzelne Zellen sind mit Raphidenbündeln erfüllt und das einzige Leitbündel, welches die Schuppe in der Mittellinie durchzieht, bleibt schwach entwickelt. Es besteht nur aus einer kleinen Anzahl festigender und leitender Elemente. Ein parallel zur Oberfläche geführter Schnitt lässt die spiraligen Verdickungsleisten der leitenden Elemente und die zahlreichen Ca-oxalat-haltigen Zellen erkennen.

In der *Blüte* enthält die Kronröhre doppelt so viele Leitbündel als die Staubblattröhre. Von den Leitbündeln der Kronröhre sind daher die einen denjenigen, welche die Konnektive durchlaufen, opponiert, die anderen mit denselben alternierend.

Die Konnektive (Taf. XIII, Fig. 2, 3) sind stark verbreitert und ins Innere der Blüte zurückgekrümmt. Während sie äusserlich zu einer Röhre verschmolzen erscheinen, geht aus der Untersuchung von Querschnitten hervor, dass sie getrennt bleiben und sich mit ihren Rändern vielfach nicht einmal berühren (Taf. XIII, Fig. 3). Sehr häufig allerdings liegen sie so dicht aneinander (Taf. XIII, Fig. 2), dass eine nach aussen vollkommen abgeschlossene Röhre entsteht. Eine Gewebeverschmelzung findet aber auch bei innigster Berührung nicht statt. Die isodiametrischen Parenchymgewebe sind stets durch zwei Schichten rechteckiger Zellen von einander getrennt, welche die Epidermen der beiden sich berührenden Organe darstellen (Taf. XIII, Fig. 2).

Die breiten Konnektive tragen zwei von einander getrennte Antherenhälften (Taf. XIII, Fig. 2, 3), welche infolge der Krümmung der Konnektive gegen das Innere der Blütenröhre auf deren äusserer Seite, der Blumenkrone zugekehrt, sitzen. Jede Antherenhälfte enthält zwei Pollensäcke. In den Taf. XIII, Fig. 3 dargestellten jungen Antheren sind die Pollenmutterzellen noch nicht geteilt, während in den älteren Stadien (Taf. XIII, Fig. 2) im Inneren der Pollensäcke bereits freie Pollenkörner vorhanden sind. Die Leitbündel, welche die Konnektive der Länge nach durchziehen, sind sehr dünn und verlaufen im Parenchymgewebe zwischen den beiden Antherenhälften.

Auch die drei fadenförmigen Anhängsel des Corollenrandes werden je von einem Leitbündel durchzogen, das gegen die Spitze hin in einer einzigen Reihe enger, mit spiraligen Verdickungsleisten der Membran versehenen Tracheiden endigt. Eine solche Leitbündelendigung und zahlreiche Ca-oxalat-haltige Zellen sind in Taf. XIII, Fig. 1 nach einem mit Chloralhydrat aufgehellten Endstück eines solchen Anhängsels gezeichnet. Auch die Bündel aller anderen Blütenorgane sind nur rudimentär entwickelt.

Auf Quer- und Längsschnitten durch die Kronröhre nimmt man eine eigentümliche Anordnung ihres Parenchymgewebes

wahr. Es besteht aus Längsstreifen, in denen die Leitbündel verlaufen und die durch mehr oder weniger regelmässige Querstreifen verbunden werden. Diese letzteren ragen auf der Innenseite des Perianthes vor und bilden auf derselben alveolenartige Verzierungen (I. Taf. X, Fig. 3). Die Fruchtknotenwand enthält doppelt so viele Leitbündel als Karpelle; die einen verlaufen ausserhalb der Plazenten, die anderen alternieren mit denselben.

Die Narben sind von einer grossen Anzahl gut entwickelter Papillen bedeckt (Taf. XIII, Fig. 4, 5). Fast alle Epidermiszellen sind zu Papillen ausgewachsen, so dass die Narbenoberfläche unter dem Mikroskop dicht mit keulenartigen Fortsätzen bedeckt erscheint.

Die Pollenkörner, deren Entwicklung erst später studiert werden soll, erscheinen von oben gesehen elliptisch (Taf. XIII, Fig. 6), von der Seite, im optischen Schnitt, ziemlich genau halbrund. Ihre Membran ist dünn und durchscheinend, ihr Inhalt fein gekörnt und einkernig.

Thismia javanica unterscheidet sich in der Anatomie seiner Organe ziemlich stark von derjenigen der Burmanniaceen, die von Johow untersucht worden sind. Da wir in ähnlicher Weise auch die Anatomie der anderen in der Liste aufgeführten Burmanniaceen zu studieren gedenken, kann an dieser Stelle noch von vergleichenden Betrachtungen über die Anatomie der Burmanniaceen abgesehen werden.

FIGURENERKLÄRUNGEN ZU TAFEL XI—XIII.

TAFEL XI.

Fig. 1. Wurzelquerschnitt in halbschematisierter Darstellung. *a* = pilzhaltige Zellen der subepidermalen Zellschicht. *b* = stärkehaltige Rindenzelle. *c* = Zellen mit Ca-oxalat. Ausbildung des Zentralzilinders. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 2. Zentralzilinder einer jungen Wurzel. Wände der Endodermiszellen mit Caspari'schen Punkten. Anordnung von Hadrom und Leptom. Verg. $^{425}/_{1}$.

Fig. 3. Zentralzilinder einer älteren Wurzel mit gleicher Anordnung der leitenden Elemente und stärkehaltigen Rindenzellen wie in Fig. 2. Vergr. $^{425}/_{1}$.

Fig. 4. Subepidermale Zellen der Wurzelrinde mit Pilzfäden. Vergr. $^{425}/_{1}$.

Fig. 5. Schematisierte Darstellung eines mit Chloralhydrat aufgehellten Wurzelstückes. Verlauf des Zentralzilinders und Häufigkeit der oxalathaltigen Zellen. Vergr. $^{45}/_{1}$.

TAFEL XII.

Fig. 1. Halbschematisierte Darstellung eines Stengelquerschnittes. Blattbasen, Rinde mit oxalathaltigen Zellen, Zentralzilinder. Vergr. $^{45}/_{1}$.

Fig. 2*a*. Teilstück eines Stengelquerschnittes. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 2*b*. Ca-oxalathaltige Zelle im Längsschnitt. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 3. Zentralzilinder des Stengels. Endodermiszellen mit Caspari'schen Punkten, Perizykel, Bast- und Holzstränge, interfasciculäres Parenchym und Markparenchym. Vergr. $^{425}/_{1}$.

Fig. 4. Halbschematisierte Darstellung eines Blattflächenschnittes. Verlauf des Leitbündels und Anordnung der oxalathaltigen Zellen. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 5. Halbschematisierte Darstellung des Blattquerschnittes. Epidermis, Mesophyll, oxalathaltige Zellen, Leitbündel. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 6. Querschnitt durch die Blattspitze. Vergr. $^{100}/_{1}$.

TAFEL XIII.

Fig. 1. Endstück eines fadenförmigen Fortsatzes des Corollenrandes. Leitbündelendigung, Ca-oxalathaltige Zellen. Vergr. $^{45}/_{1}$.

Fig. 2. Querschnitt eines Staubblattes mit zweifächerigen Antherenhälften. Die stark verbreiterten Konnektive berühren sich mit ihren Epidermiszellschichten. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 3. Querschnitt durch junge Antheren mit zum Teil noch getrennten Konnektiven. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig, 4. Papillentragende Narbenäste. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 5. Narbenpapillen. Vergr. $^{425}/_{1}$.

Fig. 6. Pollenkörner. *a* = in Ober-Ansicht, *b* = in Profilstellung. Vergr. $^{540}/_{1}$.

III. Embryologie von Thismia javanica J. J. S.

VON

CH. BERNARD UND A. ERNST.

(Tafel XIV—XVII).

Ueber die Entwicklungsgeschichte des Embryosackes, des Embryos und des Endosperms der Burmanniaceen liegen bis jetzt Arbeiten von TREUB und JOHOW vor. TREUB [1]) hat sich in seiner kurzen Mitteilung zur Embryologie der Burmanniaceen auf die Darlegung der Embryo- und Endospermentwicklung beschränkt. Er wies für die von ihm untersuchten Vertreter, *Gonyanthes candida* (*Burmannia candida* Bl. unserer Liste, S. 26) und *Burmannia javanica* (*Burmannia coelestis* D. Don unserer Liste) nach, dass sie nicht, wie damals für die Burmanniaceen allgemein angenommen wurde, endospermlose Samen mit einem ungeteilten Embryo besitzen, sondern dass das als *Embryo* aufgefasste Gewebe das *Endosperm* darstellt und der Embryo an dessen Scheitel in Form eines kleinen, wenigzelligen Körpers zu finden ist. Während man vorher die Burmanniaceen den endospermlosen Orchideen anreihte, werden sie seit TREUB's Entdeckung nach seinem Vorschlage zu den *Taccaceae* gestellt und mit diesen neuerdings in der Reihe der *Liliiflorae* untergebracht.

Bei seiner Untersuchung westindischer Burmanniaceen (*Bur-*

---

1) TREUB, M., Notes sur l'embryon, le sac embryonnaire et l'ovule. 3. Gonyanthes candida, Burmannia javanica. Ann. d. Jardin botan. d. Buitenzorg. Bd. III, 1883, S. 120—122. 1 Tafel.

mannia capitata [1]) und *Apteria setacea*) hat JOHOW [2]) (1885, S. 438—441 und 1889, S. 513—515) den von TREUB für javanische Burmanniaceen festgestellten Entwicklungsmodus von Embryo und Endosperm vollständig bestätigen können. Er hat auch den Bau der Samenanlagen und die Entwicklung des Embryosackes *vor* Beginn der Embryo- und Endospermbildung eingehend beschrieben.

Da wir in dieser wie in den nachfolgenden embryologischen Arbeiten über Burmanniaceen stets die Angaben JOHOW's zum Vergleich heranziehen müssen, seien hier die wichtigsten seiner Untersuchungsergebnisse rekapituliert. Am eingehendsten ist seine Darstellung des Entwicklungsganges von *Gymnosiphon trinitatis*, die zunächst wiedergegeben werden soll.

Das Ovulum von *Gymnosiphon* ist anatrop und mit zwei Integumenten versehen, von denen jedes aus zwei Zellschichten besteht. Das äussere Integument gelangt auf der dem Funiculus zugekehrten Seite nicht zur Entwicklung. Der Nucellus der jungen Samenanlage besteht aus einer einschichtigen peripherischen Zelllage und einer zentralen Zellreihe. Aus der direkt unter dem Scheitel liegenden Zelle der letzteren entsteht die Embryosackmutterzelle, deren unterste Tochterzelle zweiten Grades (also nach einer vollständigen Tetradenteilung) zum Embryosack wird, und die drei oberen verdrängt. In Form einer stark färbbaren Kappe sind diese zu Grunde gehenden Schwesterzellen des Embryosackes an seinem Scheitel noch einige Zeit sichtbar. Durch den heranwachsenden Embryosack

---

1) Unter dem Namen *Burmannia capitata* Mart. ist 1885 von JOHOW, wie er später angibt (1889, S. 477), eine chlorophyllfreie Burmanniacee beschrieben worden, die, wie sich bei genauerem Vergleich mit Herbarmaterial herausstellte, gar nicht der Gattung *Burmannia* angehört, sondern als *Gymnosiphon trinitatis* sp. n. beschrieben wird. *Burmannia capitata* Mart. ist eine grüne, vielleicht nicht saprophytische Pflanze, welche JOHOW für seine zweite Untersuchung ebenfalls (aus Brasilien) zur Verfügung hatte.

2) JOHOW, F., Die chlorophyllfreien Humusbewohner West-Indiens. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XVI, 1885, S. 415—449. 3 Tafeln.

——, Die chlorophyllfreien Humuspflanzen nach ihren biologischen und anatomisch-entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XX, 1889. S. 475—525. 4 Tafeln.

N.Y. BOT. GARDEN
1910

wird auch die umgebende Nucelluszellschicht zum grössten Teile verdrängt und aufgelöst. Erhalten bleibt von derselben zunächst noch eine kleine Zellgruppe am Scheitel des Sackes, welche später über dem Eiapparat ein Nucellarpolster erzeugt, ferner der die Basis des Sackes umgebende Teil, dessen Zellen sich nachträglich durch Teilung noch vermehren und bis zur völligen Reife des Samens erhalten bleiben.

Die Ausbildung des Eiapparates und der Antipodengruppe wird durch die typischen Kernteilungen vorbereitet. Der Eiapparat besteht aus einer Eizelle und zwei Synergiden. Er ist vollkommen normal ausgebildet. Die Antipoden dagegen sind klein und ihre Grenzen oft nur schwer oder gar nicht kenntlich. In einigen Fällen schien nur ein einziger Antipodenkern vorhanden zu sein, der vielleicht aus der Verschmelzung von drei Kernen hervorgegangen war. Die beiden Polkerne vereinigen sich in der gewöhnlichen Weise zum sekundären Embryosackkern. Nach erfolgter Befruchtung (ein in die Mikropyle der Samenanlage eingedrungener Pollenschlauch ist in Figur 35 Taf. 18 (l. c. 1885) eingezeichnet) findet die Endospermbildung durch freie Kernteilung und nachfolgende simultane Zellbildung statt. Die Zahl der Endospermzellen bleibt gering; als Inhalt führen sie körnige Reservestoffe, u. a. Stärke; ihre Wände sind stark verdickt.

Am Scheitel des Endosperms, von seinen obersten Zellen rings umschlossen, liegt der ungegliederte Embryo, der im ausgewachsenen Zustande aus einem zweizelligen und einem achtzelligen Stockwerke, also insgesamt aus 10 Zellen, besteht.

Am Grunde des Endospermkörpers reifer Samen sitzt demselben als kleines, kegelförmiges Anhängsel eine Gruppe von Zellen auf, welche sich durch dichten Inhalt und dunkle Färbung von den langgestreckten und fast inhaltlosen Integumentzellen unterscheiden.

Eine besondere Differenzierung und Entwicklung zeigt auch die unmittelbar über den Antipoden entstehende Endospermzelle. Die an den kegelförmigen Nucellaranhang angrenzende Wand derselben soll nämlich nach Johow mit eigentümlichen,

zapfenförmigen oder korallenartig verzweigten Membranleisten versehen sein, welche den Zellinhalt durchsetzen und fast bis an die gegenüberliegende Wand reichen. Ueber die Bedeutung dieser Zelle sowie des kegelförmigen Nucellaranhanges ist sich Johow nicht klar geworden. Er vermutet, dass der gesamte basale Apparat eventuell bei der Keimung irgend welche Rolle spiele.

Mit dem Entwicklungsgang von *Gymnosiphon trinitatis* stimmt nach den weiteren Angaben Johow's auch derjenige von *Apteria setacea* überein. Ein grösserer Unterschied besteht nur in der Art der Embryoentwicklung. Die Embryozelle wird durch die beiden ersten Teilungen in 3 Stockwerke zerlegt. Die scheitelständige Zelle erfährt hierauf meist noch eine Längsteilung, häufig bleibt es aber nur bei der Teilung ihres Kernes. Da die Embryonen der beiden von Treub untersuchten *Burmannia*-arten in allen Einzelheiten mit denjenigen der *Apteria setacea* sowie der ebenfalls von Johow untersuchten *Dictyostegia orobanchioides* übereinstimmen, so zeigt von den durch die beiden Forscher untersuchten Burmanniaceen *Gymnosiphon trinitatis* den am weitesten entwickelten Embryo.

Bevor wir nun auf die entwickelungsgeschichtlichen Vorgänge bei *Thismia javanica* eintreten, haben wir uns noch über einige in der embryologischen Forschung bei Gymnospermen und Angiospermen gebräuchliche Ausdrücke zu verständigen. Es ist dies notwendig, weil der eine von uns, Ch. Bernard, sich in seinen bisherigen embryologischen Arbeiten der bei den französischen Forschern üblichen, vorwiegend von van Thieghem eingeführten Ausdrücke bedient hat, während der andere, A. Ernst, der hauptsächlich durch Hofmeister, Strasburger und Göbel geschaffenen Anschauungs- und Bezeichnungsweise der Botaniker deutscher Sprachgebiete gefolgt ist. In der Hauptsache werden wir uns in diesen gemeinschaftlichen Arbeiten der deutschen Nomenclatur bedienen. Zur Orientierung für französische Leser ist vor allem eine Auseinandersetzung notwendig, in welchem Sinne diejenige Bezeichnung gebraucht werden soll, welche am meisten zu Irrtümern Anlass geben könnte, nämlich „Endosperm".

Als „*endosperme*" bezeichnen die französischen Forscher bei Gymnospermen und Angiospermen das aus dem primären Kern des Embryosackes hervorgehende Zellgewebe, als „*albumen*" dagegen das aus dem sekundären Embryosackkern im Embryosack der Angiospermen entstehende Gewebe. Bei den deutschen Botanikern ist die Bezeichnung „Endosperm" für den Inhalt des Embryosackes *vor* der Befruchtung nicht üblich, und ebenso wenig wird für „Embryosack" eine dem französischen „cellule-mère d'endosperme" entsprechende Bezeichnung gebraucht.

Um Irrtümer vollständig auszuschliessen, setzen wir im Nachfolgenden die üblichen deutschen und französischen Bezeichnungen noch den phylogenetischen Bezeichnungen gegenüber, die sich aus der ganzen Homologienreihe der Embryophyten ergeben und die ebenso wohl von den deutschen wie den französischen Botanikern anerkannt sein dürften.

Nucellus der Samenlage *nucelle*	Makrosporangium.
Embryosackmutterzelle *archespore unicellulaire*	Makrosporenmutterzelle.
Embryosackzelle *cellule-mère d'endosperme*	Makrospore.
Inhalt des Embryosackes vor der Befruchtung. *endosperme*	Reduziertes weibliches Prothallium.
Endosperm *albumen*	Aus dem sekundären Embryosackkern hervorgehendes Nährgewebe.

Die phylogenetische Deutung des aus den Teilungen des sekundären Embryosackkernes hervorgehenden Nährgewebes ist eine sehr verschiedene. Von den einen wird es als Neubildung der Angiospermen, von anderen als Nährembryo, von den meisten deutschen Botanikern als nach der Befruchtung entstehendes Prothalliumgewebe („fraktionnierte Prothalliumbildung") aufgefasst. Nach der letzteren Auffassung ist das Nährgewebe der Angiospermen von demjenigen der Gymnospermen

in der Entstehung wenig verschieden und gegen die gemeinsame Bezeichnung „Endosperm" wird also vom phylogenetischen Standpunkte aus vorläufig nicht viel einzuwenden sein.

Gehen wir nun zur Darstellung der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge bei *Thismia javanica* J. J. S. über.

Von der Basis der drei oder vier Carpelle (Taf. XIV, Fig. 1) erheben sich die ziemlich fleischigen Plazenten, welche fast unmittelbar über ihrer Ursprungstelle sich von der Fruchtknotenwand trennen und in Form freier Säulen in der Fruchtknotenhöhlung emporsteigen (Taf. XIV, Fig. 2). Auf der ganzen Oberfläche dieser Plazentarsäulen entwickeln sich dicht gedrängt kegelförmige Höcker, die sich rasch verlängern. Am Scheitel ihres meristematischen Gewebes, das zuerst aus völlig gleichen Zellen besteht (Taf. XIV, Fig. 3), zeigt eine subepidermale Zelle besonders kräftiges Wachstum und unterscheidet sich bald auch durch ihren Inhalt von den benachbarten Zellen: ihr Plasma wird dichter und der Kern grösser. Sie wird zum einzelligen Archespor der jungen Samenanlage. Später verlängern sich die jungen Samenanlagen, sie werden langgestielt und um ihren mittleren, zum Nucellus werdenden Teil bildet sich das erste und nachher das zweite Integument (Taf. XIV, Fig. 4—12). Während des asymmetrischen Wachstums des äusseren Integumentes krümmt sich die Samenanlage (Taf. XIV, Fig. 5), bis sie schliesslich eine typisch anatrope Gestalt erreicht hat. Der Nucellus umschliesst die Archesporzelle mit einer einzigen Zellschicht (Taf. XIV, Fig. 4, 5 u. 10—13) mit Ausnahme ihres unteren und oberen Endes, wo später ein eigentliches Nucellargewebe gebildet wird. In diesem Punkte stimmen unsere Beobachtungen nicht mit denjenigen Johow's an den westindischen Burmanniaceen überein, bei welchen die Nucelluszellschicht an den Seitenwänden des Embryosackes unterbrochen wird und sich nur am Gipfel und an der Basis erhält. Bei *Thismia javanica* findet eine solche Auflösung dieser Nucelluszellschicht nicht statt; dagegen ist dies, wie in einer der nächsten Arbeiten zu beschreiben sein wird, bei *Burmannia coelestis* der Fall.

Die Archesporzelle wächst heran (Taf. XIV, Fig. 4 u. 5), ihr Plasma und ihr Kern unterscheiden sich scharf von denjenigen der benachbarten Zellen. Sie wird direkt zur Embryosackmutterzelle. Nach einer ersten Teilung ihres Kernes wird sie durch eine Querwand in zwei Tochterzellen geteilt. Der ersten Kern- und Zellteilung folgt bald die zweite nach. Die Achsen der Kernteilungsfiguren zeigen beim zweiten Teilungsschritt verschiedene Richtung. In der oberen der beiden Zellen steht die Achse der Spindelfigur fast senkrecht zur Längsachse der Mutterzelle, in der unteren dagegen fast parallel zu derselben. In der oberen Zelle kommen daher die beiden Kerne nebeneinander, in der unteren dagegen über einander zu liegen. Von den vier Zellen der Makrosporentetrade (Taf. XIV, Fig. 8 u. 9) zeigen die drei oberen später kein Wachstum mehr. Während der Entwicklung der untersten, zum Embryosack heranwachsenden Zelle werden sie zerdrückt und bald völlig unkenntlich (Taf. XIV, Fig. 10—12).

Die zum Embryosack werdende Makrospore nimmt rasch an Grösse zu, ihr Kern teilt sich bald in zwei Tochterkerne (Taf. XIV, Fig. 12 u. 13), die durch den grossen, in der Mitte entstehenden Saftraum auseinander gedrängt werden und an den Schmalseiten des Sackes Aufstellung nehmen. In diesem Entwicklungsstadium sind die drei Schwesterzellen des Embryosackes schon vollständig aufgelöst (Taf. XIV, Fig. 13) oder nur noch ganz undeutlich sichtbar (Taf. XIV, Fig. 12). Die Embryosackzelle hat nun ungefähr dieselbe Grösse und Gestalt wie vorher die vier Schwesterzellen zusammen. Sie ist meistens kegelförmig und mit der Spitze der Nucellusbasis zugekehrt. Das Nucellusgewebe, das den Embryosack an seiner ganzen Oberfläche einhüllt, unterscheidet sich von demjenigen der Integumente durch den dichteren und fast gleichmässig stark färbbaren Inhalt seiner Zellen.

Von den beiden Kernen des zweikernigen Embryosackes teilt sich jeder wieder in zwei Kerne (Taf. XIV, Fig. 14 u. 15). Im zwei- wie im vierkernigen Stadium nimmt man deutlich wahr, dass die Kerne am apikalen Ende des Sackes stärker färbbar

sind als diejenigen am Basalende. Ein entsprechender Unterschied in der Kernfärbung ist später auch im 8 Kern-Stadium vorhanden (Taf. XIV, Fig. 12—15).

Da die Samenanlagen in den jungen Fruchtknoten dicht gedrängt stehen, hindern sie sich oft gegenseitig in der Entwicklung. Das äussere Integument bleibt in seinem Wachstum häufig zurück und ist auch später mehr oder weniger missbildet; auch die anatrope Krümmung der Samenanlage bleibt zuweilen unvollständig.

Im achtkernigen Stadium des Sackes (Taf. XIV, Fig. 16 u. 17) finden sich vier Kerne am Scheitel und vier an der Basis. Das Zentrum des Sackes wird von dem grossen Saftraum eingenommen. Die vier Kerne der scheitelständigen Gruppe sind stärker färbbar, zeigen deutlichere Nucleolen und sind von dichterem Plasma umgeben als diejenigen des Basalendes. In diesem Entwicklungsstadium haben sich die Integumente oder wenigstens das Innere derselben über dem Scheitel meist schon vollständig geschlossen. Auf jeden Fall kann man schon vor Ausbildung der Eizelle keinen Mikropylengang mehr wahrnehmen. Die den Embryosack umgebende Nucelluszellschicht, deren Zellen in der Längsrichtung des Sackes etwas verlängert sind, setzt sich nach unten in den Nucelluskörper an der Basis des Embryosackes fort. Der Embryosack selbst ist immer noch kegelförmig. Drei seiner Kerne verbleiben am breiten Scheitel, drei in der basalen Spitze; ein Kern jeder Gruppe, der Polkern, wandert gegen die Mitte des Sackes (Taf. XIV, Fig. 16 u. 17), wo sie sich nähern (Taf. XV, Fig. 1 u. 2) und sich schliesslich an einander legen (Taf. XV, Fig. 3). Die Einzelheiten der Vereinigung der beiden Kerne konnten nicht vollständig verfolgt werden. Doch gelang es, in mehreren Fällen in der Mitte des Sackes einen Kern aufzufinden, der, grösser als die Polkerne (Taf. XV, Fig. 5), ohne Zweifel aus der Vereinigung derselben entstanden war. Die Antipodengruppe ist schwach färbbar. Um ihre drei Kerne entstehen erst sehr spät und wenig deutlich Membranen (Taf. XIV, Fig. 1—4). Sie besteht dann aus drei kleinkernigen Zellen mit ziemlich homo-

genem aber wenig färbbarem Plasma und nimmt das basale, spitze Ende des Embryosackes ein. Gewöhnlich liegt eine Antipodenzelle zu unterst, die beiden anderen liegen über ihr nebeneinander (Taf. XV, Fig. 3—5). Ausnahmsweise sind alle drei Zellen in einer verticalen Reihe angeordnet.

Am anderen Ende des Embryosackes sind inzwischen ebenfalls drei Zellen gebildet worden. Um denjenigen Kern der scheitelständigen Gruppe, welcher sich durch besondere Grösse auszeichnet (Taf. XV, Fig. 1, 2, 4), entsteht eine mehr oder weniger kugelförmige Zelle (Taf. XV, Fig. 1, 2), welche seitlich von zwei kleineren Zellen (Taf. XV, Fig. 2) begleitet ist. Diese letzteren, die Synergiden, enthalten weniger Plasma, sie beginnen bald zu degenerieren und werden verdrängt (Taf. XV, Fig. 5, 7—11). Die Nucelluszellschicht, welche den vergrösserten Embryosack umgibt, hat nicht wesentlich an Zellenzahl zugenommen, dagegen haben sich ihre Zellen im Sinne der Längsrichtung des Embryosackes gestreckt. Später findet über dem Scheitel des Sackes durch Teilung der Nucelluszellen die Bildung eines nucellaren Gewebes statt, welches denselben calottenförmig überdeckt (Taf. XVI, Fig. 6; Taf. XVII, Fig. 1, 4, 5). Dieser apicale Nucelluswulst entsteht aber erst, wenn das Endosperm bereits aus einer grösseren Zahl von Zellen besteht. Er ist offenbar dem Gewebepfropf zu vergleichen, welchen Johow am Scheitel des Embryosackes von *Gymnosiphon trinitatis* und *tenellus* nachgewiesen hat. Bei *Thismia* sind es wahrscheinlich zwei oder vier scheitelständige Zellen der Nucelluszellschicht, welche durch ihre Teilung dieses Gewebe erzeugen.

Nach der Teilung des sekundären Embryosackkernes zeigt *Thismia* ein von der grossen Mehrzahl der Angiospermen abweichendes Verhalten, das indessen schon von Treub beiläufig erwähnt und von Johow für die westindischen Burmanniaceen beschrieben worden ist.

Der ungefähr in der Mitte des Embryosackes liegende sekundäre Embryosackkern (Taf. XV, Fig. 5) teilt sich (Taf. XV, Fig. 6); der eine der beiden Tochterkerne verbleibt im Zentrum

des Sackes (Taf. XV, Fig. 7, 9), während der andere später in der Nähe der Antipoden zu finden ist (Taf. XV, Fig. 7). Beide teilen sich bald wieder. Die Nachkommen des zentral gelagerten Kernes verbleiben in verschiedener Stellung in der Mitte des Embryosackes, während die Achse der Spindelfigur am basalen Ende des Embryosackes stets senkrecht zur Längsachse des Embryosackes verläuft (Taf. XIV, Fig. 8—10) und die beiden Kerne neben einander zu liegen kommen. Von dichtem und stark färbbarem Plasma umgeben, verbleiben sie in ihrer Lage unmittelbar über den Antipoden. Sie werden bald von einander und vom oberen Teil des Embryosackes durch Wände getrennt. Über den Antipoden entstehen dadurch zwei Zellen, welche an ihrer Basis dichtes Plasma, in ihrem oberen Teil dagegen eine grosse oder mehrere kleinere Vakuolen aufweisen (Taf. XV, Fig. 9, 10). Je nachdem ein Schnitt den Embryosack von seiner Breit- oder Schmalseite zeigt, ist von diesen beiden Zellen nur die eine oder sind beide sichtbar. Nach ihrem späteren Verhalten und Aussehen zu urteilen, bilden sie vielleicht ein *Haustorium*, das wir im folgenden als „*Basalapparat*" des Embryosackes bezeichnen wollen. Das Vorkommen dieser besonders differenzierten Zellen ist bereits von Treub und Johow für andere Burmanniaceen angegeben worden. Als Haustorien gedeutete ähnliche Bildungen an der Basis des Embryosackes sind unter den Angiospermen, namentlich bei den sympetalen Dicotyledonen ziemlich häufig. Balicka-Iwanowska [1]), Billings [2]), Lang [3]) und Göbel [4]) haben sie zuerst beschrieben, später sind sie von Bernard [5]) (1903, S. 127) auch im Embryosack von *Lathraea squamaria*,

---

1) Balicka-Iwanowska, G., Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certains Gamopetales. Flora. Bd. 86. 1899. S. 47—71. 8 Tafeln.

2) Billings, F. H., Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung. Flora. Bd. 88, 1901, S. 253—318.

3) Lang, F. K., Untersuchungen über Morphologie, Anatomie und Samenentwicklung von Polypompholyx und Byblis gigantea. Flora. Bd. 88. 1901. S. 149—206. 1 Tafel.

4) Göbel, K., Organographie der Pflanzen. Jena 1898. S. 806.

5) Bernard, Ch., Sur l'embryogénie de quelques plantes parasites. Journal de Botanique. Vol. XVII. 1903. (Lathraea squamaria L. p. 127—137. 5 Tafeln).

von Schmid [1]) (1905, S. 175) bei zahlreichen Scrophulariaceen gefunden worden.

Im Vergleich zu den Chalazahaustorien sympetaler Dicotyledonen ist der „Basalapparat" von *Thismia javanica* klein und einfach gestaltet. Ueber seine Bedeutung sowie diejenige der den wachsenden Embryosack umgebenden Gewebe können nur Vermutungen geäussert werden. Dass er für die Stoffaufnahme des Embryosackes von Bedeutung ist, steht wohl ausser Frage; dagegen muss unentschieden bleiben, ob er als Saugapparat oder nur als Zuleitungsbahn funktionniert. Für jede dieser beiden Funktionen kann die Lagerung und Inhaltsbeschaffenheit seiner Zellen sprechen. Sie bilden zuerst zusammen mit den Antipoden, nach deren Verdrängung und Auflösung allein, einen schlauchförmigen Apparat, welcher in das ebenfalls aus plasmareichen Zellen bestehende, basale Nucellusgewebe eintaucht. In wie weit auch dieses letztere, sowie die Zellschicht, welche den oberen Teil des Embryosackes umhüllt, bei den Leitungsvorgängen zum heranwachsenden Embyrosack beteiligt sind, ist schwer zu beurteilen. In den älteren Stadien cutinisieren die Innenwände ihrer Zellen, so dass sie auch für den Schutz des entstehenden Embryos und Endosperms von Bedeutung sein könnten. (Taf. XVII, Fig. 5, 6).

Nach der Ausbildung des Basalapparates findet die weitere Entwicklung des Embryosackinhaltes völlig normal statt. Die Degeneration der Synergiden schreitet weiter vor (Taf. XV, Fig. 7—11; Taf. XVI, Fig. 3, 4). Die Nucelluszellschicht zu Seiten des Embryosackes besteht aus stark färbbaren Zellen (Taf. XV, Fig. 5, 9, 10; Taf. XVI, Fig. 1—6). Der Basalapparat vergrössert sich nicht mehr (Taf. XVI, Fig. 1—4), sein Plasma färbt sich dagegen immer dunkler, so dass die Kerne weniger deutlich hervortreten. Ausnahmsweise sind im Basalapparat an Stelle von zwei Kernen deren vier vorhanden (Taf. XVI, Fig. 2).

Die weiteren Teilungen der Endospermkerne finden normal

---

1) Schmid, E, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceae. Beih. z. botan. Centralblatt. Bd. XX. 1906. S. 175—299. 3 Tafeln.

und, da der Embryosack verhältnismässig klein bleibt, stets gleichzeitig im ganzen Sacke statt (Taf. XVI, Fig. 5). Erst nachdem eine grössere Anzahl freier Kerne erzeugt worden ist, erfolgt die Zellbildung (Taf. XVI, Fig. 6). Schon vorher hat sich auch die Eizelle zum ersten Male geteilt (Taf. XVI, Fig. 4, 5). Auf den späteren Entwicklungsstadien des Embryos ist die Anordnung seiner Zellen etwas von derjenigen bei den von Johow und Treub untersuchten Burmanniaceen verschieden (Taf. XVI, Fig. 6, Taf. XVII, Fig. 1, 3, 4). Wenn Endosperm und Embryo der Reife entgegen gehen, verändert sich das Aussehen des Basalapparates in der oben angegebenen Richtung immer mehr und seine beiden Zellen werden durch die starke Entwicklung der untersten Endospermzellen zusammengedrückt (Taf. XVI, Fig. 6; Taf. XVII, Fig. 2). Auch die Antipoden erleiden dasselbe Schicksal (Taf. XVII, Fig. 2) und verschwinden zuletzt vollständig. An der Basis des Embryosackes bleibt nur das Nucellusgewebe erhalten. In seinen Zellen ist der Inhalt indessen ebenfalls weniger leicht sichtbar geworden. Die Zellen der seitlichen Nucellusschicht haben sich wie diejenigen der Integumente stark verlängert (Taf. XVI, Fig. 5, 6, Taf. XVII, Fig. 1, 5). Nach ihrem gut erhaltenen Kern und Cytoplasma zu schliessen, bleiben sie lange activ und die Cutinisierung ihrer Innenwand findet erst auf einem sehr späten Stadium statt. Die plasmaarmen Integumentzellen enthalten häufig Raphidenbündel aus oxalsaurem Kalk.

Der reife Same von *Thismia javanica* weist alle wesentlichen Teile eines typischen Samens auf: Samenschale, Endosperm und Embryo. Von seinem gut entwickelten Endosperm sind auf einem Längsschnitt 20 oder mehr der mit Reservestoffen erfüllten Zellen wahrnehmbar (Taf. XVI, Fig. 6; Taf. XVII, Fig. 5). An seinem Scheitel findet sich der aus vier bis sechs Stockwerken bestehende Embryo (Taf. XVI, Fig. 6; Taf. XVII, Fig. 1, 3, 4). Auch *Thismia* hat also keineswegs endospermfreie Samen, ja Endosperm und Embryo sind bei *Thismia* eher noch besser entwickelt als bei den von Treub und Johow studierten Vertretern der Burmanniaceen.

In den ältesten der untersuchten Samen, welche wegen der starken Cutinisierung der Membranen nur sehr schwierig zu schneiden waren, erschienen Basalapparat und Antipoden völlig dunkel und zusammengepresst (Taf. XVII, Fig. 5, 6); das basale Nucellusgewebe dagegen war noch gut erhalten. Der Embryo konnte in diesen ältesten Samen nicht mehr nachgewiesen werden, dagegen wohl noch die Stelle, die er am Scheitel des Endosperms eingenommen hatte (Taf. XVII, Fig. 5). Es ist nun wenig wahrscheinlich, dass er während der letzten Entwicklungstadien des Samens zu Grunde geht, viel eher ist anzunehmen, dass in diesen Samen, in welche Fixierflüssigkeit und später auch das Paraffin ungenügend eindringen, die zarten Zellen des Embryos infolge der mangelhaften Präparation aufgelöst worden sind.

Eine wichtige Phase in der Embryologie von *Thismia javanica* kann bis jetzt nur mit der grössten Vorsicht diskutiert werden. In keinem einzigen Falle konnten Anzeichen für das Zustandekommen einer Befruchtung gefunden werden. Auch die Versuche mit künstlicher Bestäubung haben zu keinem Resultat geführt. Ferner bildeten die Pollenkörner, die aus geöffneten Antheren in Zuckerlösungen verschiedener Conzentration übertragen wurden, in der feuchten Kammer niemals auch nur die geringsten Anlagen von Pollenschläuchen. Ebenso wenig wurden an den Pollenmassen, welche sich nach der Entleerung der Antheren zuweilen am feuchten Grunde der Blumenkrone vorfinden, Keimungserscheinungen wahrgenommen. Auch auf den Narbenpapillen und im Inneren der Fruchtknoten fehlten Pollenschläuche vollständig. Es ist also wahrscheinlich, wenn auch noch nicht vollkommen bewiesen, dass die Befruchtung ausbleibt und also bei *Thismia javanica* parthenogenetische oder apogame Embryobildung erfolgt.

Unsere Untersuchungen an den anderen Burmanniaceen Javas haben bereits ergeben, dass sich die einzelnen Vertreter der Familie in dieser Hinsicht verschieden verhalten. Neben Arten mit sicher festgestellter Befruchtung finden sich andere, bei welchen Embryo- und Endospermbildung ohne Befruchtung

stattfinden. Wir werden nach der Darlegung der Entwicklungsvorgänge bei den einzelnen Burmanniaceen in einer zusammenfassenden Darstellung der innerhalb dieser Familie beobachteten Vorgänge, im besonderen auf die in dieser Mitteilung nur kurz berührten Kapitel der Tetradenteilung, Chromosomenreduktion und Befruchtung zurückkommen.

FIGURENERKLÄRUNG ZU TAFEL XIV—XVII.

Da die einzelnen Figuren im Text ausführlich besprochen worden sind, sollen an dieser Stelle nur noch deren Vergrösserungen angeführt werden.

TAFEL XIV.

Fig. 1—2. Vergr. $^{30}/_{1}$. **Fig. 3—17.** Vergr. $^{460}/_{1}$.

TAFEL XV.

Fig. 1—4. Vergr. $^{460}/_{1}$. **Fig. 5—11.** Vergr. $^{575}/_{1}$.

TAFEL XVI.

Fig. 1—2. Vergr. $^{575}/_{1}$. **Fig. 3—5.** Vergr. $^{375}/_{1}$. **Fig. 6.** Vergr. $^{220}/_{1}$.

TAFEL XVII.

Fig. 1—2. (Die beiden Figuren stellen Scheitel- und Basalende des in Taf. XVI, Fig. 6 dargestellten Endospermkörpers bei stärkerer Vergrösserung dar). Vergr. $^{575}/_{1}$. **Fig. 3—4.** Vergr. $^{575}/_{1}$. **Fig. 5—6.** Vergr. $^{375}/_{1}$.

FUNGI JAVANICI NOVI

A CL Dr. A. ENGLER COLLECTI.

AUCTORE

P. HENNINGS.

Hypocreaceae.

Nectria (*Dialonectria*) *bogoriensis* P. Henn. n. sp.; peritheciis caespitosis vel subsparsis, globulosis obtuse papillatis, collabentibus, coccineis, levibus, ca. 180—200 μ diam.; ascis clavatis apice obtuse rotundatis vel subacutiusculis, 8-sporis, 50—62 × 8—10 μ; sporis subdistichis, ellipsoideis, 1-septatis, haud constrictis, 8—13 × 4—5 μ, hyalinis.

Hort. Bogor., in ramis corticatis emortuis. Jan. 1906 n°. 4304.

N. tjibodensi Penz. et Sacc. affinis, at sporis haud fusoideis.

N. (*Lepidonectria*) *coccineo-ochracea* P. Henn. n. sp.; peritheciis caespitosis in soris pulvinatis, 1—2 mm. diam., globulosis ostiolo acuto sanguineo, cinnabarinis, ochraceo-squamosis vel pilosis, 200—250 μ. squamulis ochraceis, saepe curvatis, granulosis, septatis, 20—60 × 4—6 μ; ascis fusoideis, acutiusculis, 8-sporis, 56—65 × 4—6 μ; sporis oblique monostichis vel subdistichis, oblongis, utrinque obtuso-rotundatis, 1-septatis haud compositis, longitudinaliter striolatis, 13—18 × 4—5 μ, hyalinis.

Hort. Bogor., in ramis emortuis, Januar 1906 n°. 4304*a*.

A. N. striatospora Zimmerm. omnino diversa.

Sphacrostilbe *cinerascens* P. Henn. n. sp.; peritheciis aggregatis interdum singularibus, subgloboso-collabentibus, flavido-cinerascentibus, subfurfuraceis, 180—200 μ diam.; ascis cylindraceis, apice obtusis, 8-sporis, 50—60 × 4—52 μ; sporis oblique monostichis, ellipsoideis, obtusis, medio 1-septatis, vix constrictis, hyalinis, 7—10 × 4—4$^1/_2$ μ; conidiophoris sparsis vel obsoletis, solitariis vel subfasciculatis, subulatis, atris, usque ad 1 mm. longis, apice vix incrassatis; conidiis oblongis, obtusis, hyalinis, 4—4$^1/_2$ × 2 μ.

Hort. Bogor. in ramis emortuis. Januar 1906 n^0. 4286.

Gibberella *Engleriana* P. Henn. n. sp.; peritheciis sparse vel gregarie erumpentibus, globulosis, collabentibus, ca. 200—250 μ diam., atroviolaceo-cellulosis; ascis clavatis, apice rotundatis, 8-sporis, 45—60 × 7—12 μ; sporis subdistichis oblongo-subfusoideis, obtusiusculis, hyalino-flavescentibus, medio 1-septatis, dein subtriseptatis, 15—18 × 5—6 μ.

Hort. Bogor. in ramis siccis. Jan. n^0. 4332.

Mycelio atroviolaceo lignum tinctum. — *Gibberellae Saubrinatii* (Mont.) affinis, sed ascis sporisque diversa.

Hypocrea *bogoriensis* P. Henn. n. sp.; stromatibus rotundato-pulvinatis, citrinis, rufo-ostiolatis, margine pallide byssinis, $^1/_2$—1$^1/_2$ mm. diam. saepe confluentibus; peritheciis immersis, globulosis, ascis cylindraceis, apice rotundatis, 55—65 × 3$^1/_2$—4 μ; sporis didymis, cellulis cuboideo-globulosis, hyalinis, 3$^1/_2$—4 × 3—3$^1/_2$ μ.

Hort. Bogor. in ramulis siccis. Jan. 1906 n^0. 4292.

Hypocreae pulvinatae Tuck. affinis.

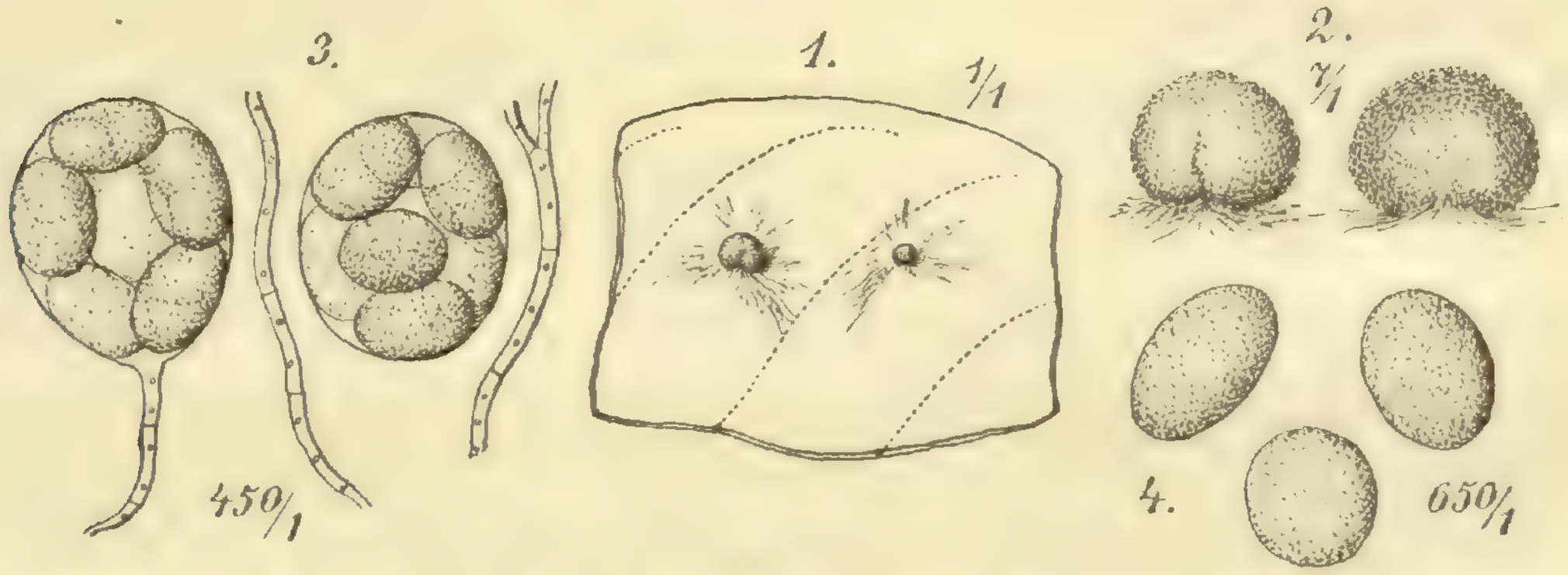
Plectascineae.

Onygenopsis *n. gen.*

Ascomata subglobosa sessilia, mycelio circumdata, peridio tenuissimo; asci globosi vel ovoidei tenuissimi, e capillitio subramoso exorientes, 4—8-spori; sporae subglobosae, continuae, subhyalinae.

Onygenae affinis, sed gleba ceraceo-carnosa haud pulveracea.

O. Engleriana P. Henn. n. sp.; ascomatibus subgloboso-depressis, interdum ad basin sulcatulis, ca. 1—2 mm. diam.;



Onygenopsis Engleriana P. Henn. n. gen. et sp. Fig. 1. Habitus, 2. Ascomata vergr. mit Längsschnitt. 3 Asci mit Capillitium, 4. Sporen.

hyphis byssinis pallidis circumdantibus, peridio tenuissimo granuloso, flavidulo vel rufescenti; gleba ceraceo-carnosa pallida vel rufescente; ascis subglobosis, ovoideis vel ellipsoideis, tenuibus, 4—8-sporis, 30—45 μ, capillitio hyalino, subramoso, guttulato, subseptato 3—4 μ crasso; sporis conglobatis, subglobosis vel ellipsoideis, levibus, intus granulatis, hyalinis, 12—30 × 10—24 μ.

Hort. Bogor. in foliis siccis et ad terram. Jan. 1906 n°. 4285.

Pezizaceae.

Lachnea *episphaeria* P. Henn. n. sp.; ascomatibus sparsis vel gregariis, primum subgloboso-clausis, dein cupulato-explanatis, sessilibus, extus brunneo-fuscis, pilosis, 2—3 mm. diam., pilis simplicibus, subulatis, rigidis, brunneis, septatis, apice obtusis vel acutiusculis, 200—400 × 15—30 μ; disco plano, pallido; ascis clavatis, apice rotundatis, 8-sporis, 140–160 μ, spor. 120—140 μ; paraphysibus filiformibus, ramosis, guttulatis, 2 μ crassis, hyalinis, apice paulum incrassatis, $2^1/_2$ μ; sporis oblique monostichis, ellipsoideis, 1—2 guttulatis, hyalinis, verrucoso-aculeatis, 12—16 × 8—10 μ.

Hort. Bogor. in stromatibus *Hypoxylonis* ad corticem, Jan. 1906 n°. 4309.

Lachneae lividae (Schum.) affinis, sed sporis paraphysibusque distincta.

Ausser obigen Arten wurden vom Herrn Geheimrath *Prof. A. Engler* noch nachstehende bekannte Arten auf Java gesammelt:

auf dem *Pangerango* (ca. 26—2700 μ) *Polyporus sulphureus* Fr., *Armillaria mellea* (Fl. Dan.);

bei Tjibodas *Guepinia spathularia* (Schw.), *Stereum Mallati* Berk., *St. lobatum* Fr., *Polystictus xanthopus* Fr., *P. affinis* Nees, *P. occidentalis* Klotzsch, *Polyporus grammocephalus* Berk., *Fomes Auberianus* (Mont.), *F. amboinensis* (Lam.), *Lentinus Sajor Caju* Fr., *Marasmius Nymaianus* P. Henn., *Phallus tenuis* Fisch.;

bei Buitenzorg *Auricularia delicata* (Fr.), *Lachnocladium furcellatum* Lev., *Aleurodiscus javanicus* P. Henn., *Volvaria volvacea* Fr., *Geaster lageniformis* Vitt., *Scleroderma vulgare* Horn., *Dictyophora phalloidea* Desv., *Aspergillus Penicilliopsis* P. Henn., *Nectria episphaeria* Fr., *Megalonectria pseudotrichia* (Schwein.), *Cordiceps obtusa* Penz., *Hypocrea rufa* (Pers.) Fr. form. *hypoxylonicola* P. Henn., *Geoglossum hirsutum* Fr.

Verschiedene in Buitenzorg gesammelte Myxomyceten werden von Dr. Jahn bestimmt werden.

OBSERVATIONS SUR L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ET DE LA CHALEUR SUR LA PRODUCTION DE MATIERE ORGANIQUE PAR LE THÉIER.

PAR

J. BOSSCHA.

En faisant des statistiques sur la récolte de thé des plantations de Taloen, nous avons eu l'occasion de faire des observations qui sont de quelque importance pour l'étude de la physiologie des plantes.

Le but de ces statistiques fût principalement de trouver une méthode pour mesurer l'influence de la clarté du ciel sur la quantité de produit des plantations.

La première difficulté, qui se présentait fut de mesurer cette clarté. Les photomètres généralement usités sont tous basés sur l'action chimique de la lumière, par laquelle des substances diverses sont décomposées. Or, ce sont presque exclusivement les rayons de la partie bleue du spectre qui sont mesurés de cette manière, pendant que ce sont surtout les rayons rouges qui provoquent l'assimilation de l'acide carbonique par les plantes. Il nous a paru possible de suivre d'une manière plus correcte, quoique indirecte, les variations de la clarté du ciel en mesurant les différences de température. Par un ciel très clair, la température minimum sera très basse, pendant que la température maximum sera très élevée. Au contraire, pendant un jour morne la différence entre les températures minimum et maximum ne sera que petite. Nous appellerons amplitude de

température ou simplement amplitude, la différence entre les températures maximum et minimum pendant un jour. Pour nos recherches nous avons comparé les moyens mensuels des amplitudes et de la production de thé à l'état de feuilles fraiches durant ce même mois.

Les plantations de Taloen à l'époque de ces recherches, étaient encore jeunes, la partie productive couvrait une surface d'environ 140 Hectares. La récolte était continuelle, c'est a dire, on cueillait tous les jours en revenant au même endroit après onze jours. Il va sans dire que durant un laps de temps de dix mois, la production des plantations jeunes a augmentée d'une manière sensible. C'est ainsi qu'une certaine amplitude ne correspond pas à un même chiffre pour la production au commencement et vers la fin de la période des observations. Cependant le tableau suivant démontre d'une manière remarquable la corrélation qui existe entre l'amplitude de température et la production.

Mois	Amplitude moyenne	Production moyenne	Pluie moyenne par jour
Septembre 1906	9,42°	448	15,4 mm.
Octobre »	10,24	485	8,3
Novembre »	9,55	455	9,3
Décembre »	8,63	403	21,5
Janvier 1907	9,47	418	10,7
Février »	9,09	405	9,5
Mars »	9,85	474	14,5
Avril »	10,40	536	16,2
Mai »	10,69	668	5,7
Juin »	12,35	514	4,6

Chaque variation d'amplitude correspond à une variation de production dans le même sens, seulement le mois de Juin fait exception. Ca s'explique par le fait qu'en Mai la saison pluvieuse avait cessée. La pluie, qui jusque là avait été très abondante, diminuait jusqu'a un moyen de 5, 7 millimètres par jour. Un mois plus tard le manque relative d'humidité se fait sentir dans le sol et provoque une diminution de production Cette statistique continuée fait présumer que pour les circonstances

qui régissent a Taloen, un moyen de pluie d'entre 6 et 7 millimètres par jour est le point ou le manque de pluie commence a influencer la production.

Nous ne reproduisons pas ces statistiques ultérieures, parce que après la saison sèche les théiers furent soumises à une taille assez sévère, ce qui rendit les chiffres pour la production inpraticables pour nôtre but.

SUR LA DISTRIBUTION DE L'ACIDE CHLOROGÉNIQUE DANS LA NATURE.

PAR

K. GORTER.

Au cours de mes travaux chimiques sur les substances, qui se trouvent dans le café, j'ai pu démontrer que l'acide café-tannique des auteurs n'est pas une substance chimique simple ; c'est au contraire un mélange dont j'ai pu isoler à l'état pur, cristallisé deux acides, l'acide chlorogénique et l'acide coffalique. Une étude chimique détaillée de ces deux acides, et surtout du premier, a été publiée dans le Bulletin XIV du Département de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises et dans les „Annalen der Chemie". Bd. 358, p. 327 et Bd. 359, p. 217.

En poursuivant ces études j'ai été conduit à rechercher dans un grand nombre de plantes la présence éventuelle de l'acide chlorogénique et à augmenter ainsi nos connaissances sur la distribution de cet acide dans le règne végétal. Sans doute les résultats de ces recherches auront aussi quelque intérêt pour le botaniste et c'est pourquoi je me propose de donner ici un aperçu succinct de l'état actuel de la question.

Comme l'a démontré PAYEN, l'acide chlorogénique existe dans le café sous forme de chlorogénate de caféine et de potasse. J'ai pu confirmer cette opinion et j'ai publié une méthode permettant d'isoler à partir de ce „sel naturel du café" comme PAYEN l'a appelé, l'acide pur cristallisé. Cet acide a été le sujet

d'une étude approfondie, dont on trouvera les résultats dans les publications indiquées plus haut.

L'acide chlorogénique cristallise en aiguilles incolores, qui fondent à 208° et répondent à la formule $C_{32} H_{33} O_{19}$. Le chlorure ferrique colore la solution en vert, ce qui trahit la nature phénolique de l'acide. Cette coloration verte passe au bleu, puis au rouge-violet par l'addition d'une solution de soude; c'est donc exactement la même réaction, qu'on peut observer avec la pyrocatéchine, l'acide protocatéchique et l'acide caféique. La solution concentrée est précipitée par l'acétate d'uranyle; elle l'est aussi par l'acétate cuprique, le chlorhydrate de quinine et le réactif de Gardiner (un mélange de molybdate et de chlorure d'ammonium), toutes réactions, qui caractérisent également les substances tanniques. Le molybdate d'ammonium seul colore la solution en rouge sans produire de précipité; l'albumine, la gélatine et l'antipyrine ne précipitent pas la solution et la peau desséchée et pulvérisée n'en peut pas enlever l'acide. De ces dernières réactions on doit conclure, que l'acide chlorogénique n'appartient pas au groupe des substances tanniques.

Il faut observer ici que l'acide cafétannique, selon Griebel [1]), est précipité par la gélatine. Cependant ce n'est pas le cas avec les extraits primitifs du café. Il faut donc admettre que ces substances précipitables par la gélatine se forment par décomposition au cours de l'évaporation de la solution et que l'acide cafétannique est une substance plus ou moins modifiée. Il me semble exact d'admettre la même hypothèse pour d'autres substances tanniques décrites jusqu'ici dans la littérature. Sur ce terrain il y a encore beaucoup d'incertitude, à cause surtout des grandes difficultés qu'il y a à préparer ces substances sans les modifier et de la faible garantie de pureté que nous offrent ces corps amorphes, non cristallisés. Il n'est pas douteux que dans beaucoup de cas, on a vraiment affaire à des mélanges de substances, dont la séparation a échoué, se heurtant toujours à des difficultés extraordinaires. Cela s'est montré être aussi le

---

1) Griebel. Ueber den Kaffeegerbstoff. Diss. München. 1903.

cas avec l'acide cafétannique. Selon Hlasiwetz et d'autres savants cet acide devait être un glucoside qui, traité par la potasse caustique, donnait naissance à de l'acide caféique. Dans ces dernières années, divers auteurs ont prouvé que l'acide cafétannique dans ces conditions ne donne pas de sucre et qu'il ne peut être question par conséquent d'un glucoside. Plus tard Griebel attira l'attention sur ce fait que la décomposition de l'acide cafétannique par la potasse caustique donne naissance non seulement à de l'acide caféique, mais aussi à de l'acide valérianique. Depuis, j'ai réussi à démontrer, que cet acide valérianique naît à partir d'un nouvel acide, que j'ai pu isoler à l'état pur cristallisé et que j'ai nommé l'acide coffalique; il résultait de mes recherches que le prétendu acide cafétannique est un mélange de différentes substances, dont j'ai pu étudier en détails les acides chlorogénique et coffalique.

Sous l'influence des alcalis, l'acide chlorogénique se dédouble facilement en acides caféique et quinique:

$$C_{32}H_{38}O_{19} + H_2O = 2\,C_9H_8O_4 + 2\,C_7H_{12}O_6$$

acide chlorogénique + de l'eau = acide caféique + acide quinique

Traité par les acides forts, une partie de l'acide chlorogénique mis en expérience se décompose de la même façon que par les alcalis, mais la plus grande partie se décompose de toute autre manière, avec dégagement d'acide carbonique et formation d'un produit réagissant d'une manière très caractéristique avec le chlorure ferrique. La réaction a lieu de la façon suivante: On fait bouillir pendant une heure quelques milligrammes d'acide chlorogénique avec de l'acide chlorhydrique (200 cc. d'acide concentré mélangé à 800 cc. d'eau); la solution est agitée alors avec 15 cc. d'éther, puis on la lave avec une solution diluée de bicarbonate de soude et ensuite deux fois avec de l'eau. On verse la solution éthérique ainsi obtenue sur une solution étendue de chlorure ferrique (une goutte d'une solution de chlorure ferrique à 5% dans environ 4 cc. d'eau). En agitant alors, il se développe en peu de temps (1—2 minutes) dans la couche d'eau une belle coloration violette, qui est plus ou moins

forte selon la proportion de l'acide chlorogénique mis en réaction. Il est cependant nécessaire que la solution éthérique ne soit pas trop concentrée, ce qui empêcherait la coloration de se manifester. Nous pouvons déduire de la manière dont apparaît la coloration, que nous avons affaire à une oxydation; aussi peut-on voir, en règle générale, la couleur pâlir peu à peu après quelque temps. La réaction est extrêmement sensible et je me suis convaincu qu'elle permet encore de déceler 2 milligrammes d'acide chlorogénique.

Elle est aussi facile à appliquer pour rechercher la présence de cet acide dans les diverses parties de la plante. J'ai limité mes observations jusqu'ici à l'examen des feuilles de 230 espèces appartenant pour la plupart à des genres différents. Dans 98 cas, j'ai pu établir la présence de l'acide chlorogénique. Ces feuilles, cueillies vers 7 heures du matin, furent mises aussitôt en réaction. Je fis bouillir pendant une heure 10 grammes de feuilles fraîchement coupées avec 50 cc. d'acide chlorhydrique; je filtrai et j'agitai le filtrat avec 15 cc. d'éther et je traitai la solution éthérique de la manière indiquée plus haut.

Mes recherches m'ont démontré que cette réaction est parfaitement caractéristique pour l'acide chlorogénique. Des expériences de comparaison m'ont en effet permis d'isoler à l'état pur cet acide de quelques plantes, où il m'avait été d'abord décelé par ma réaction et je pus me convaincre que cet acide était bien identique à l'acide chlorogénique du café.

Un coup d'œil jeté sur la liste suivante, où j'ai noté les résultats positifs et négatifs de mes investigations, nous apprend que l'acide chlorogénique se rencontre dans tout le règne végétal depuis les fougères arborescentes jusqu'aux Composées. Il y a des familles, qui contiennent cette substance dans toutes ou presque toutes les espèces examinées, comme les Araliacées, Convolvulacées, Borraginacées, Gesnéracées, Acanthacées et Composées. D'autres semblent en être tout à fait dépourvues, par exemple les Légumineuses et les Méliacées.

J'ai ajouté en note quelques indications bibliographiques qui me font soupçonner que certaines substances rencontrées dans

différentes plantes étaient de l'acide chlorogénique impur. Autant que possible, j'ai controlé en me servant de ma réaction les données des divers auteurs.

Actuellement on ne sait encore rien sur la signification de cet acide pour la plante. Une observation très remarquable faite par Griebel sur son acide cafétannique, observation que j'ai pu confirmer sur l'acide chlorogénique pur, est que cet acide donne naissance à de l'acide caféique sous l'influence d'espèces de *Penicillium* et de *Mucor*. On peut se demander, si c'est là un cas d'hydrolyse enzymatique qui mettrait l'acide quinique à la disposition des moisissures, ce dernier acide étant en effet une bonne nourriture pour ces organismes. J'attire encore l'attention sur le fait que dans les grains de café il y a environ 4% d'acide chlorogénique; je l'ai trouvé aussi dans les graines de *Kopsia flavida* Bl., de *Strychnos Nux vomica* L. et de *Helianthus annuus* L; il est probable qu'il se recontre encore dans plusieurs autres semences. Est ce que l'acide chlorogénique serait une matière de réserve pour les plantes supérieures? Et est-ce qu'il se formerait peut-être, pendant la germination, des enzymes qui en décomposant cet acide, pourraient mettre l'acide quinique à la disposition de la plante?

Ce sont des questions, qu'il appartiendra aux physiologistes de résoudre.

Cyatheaceae	
Alsophila glauca Smith.	+
Polypodiaceae	
Aspidium melanocaulon Bl. . . .	—
Asplenium nidus L.	—
Selaginellaceae	
Selaginella spec.	—
Taxaceae	
Podocarpus macrophylla Don. . .	—
Pinaceae	
Araucaria Cunninghamii Ait. . .	—

Pinus longifolia Roxb. [1])	—
Cryptomeria japonica Don.	—
Gnetaceae	
Gnetum ovalifolium Karst.	+
Pandanaceae	
Freycinetia strobilacea Bl.	+
Pandanus amaryllidifolius Roxb. .	—
Gramineae	
Zea Mays L.	—
Saccharum officinarum L. [2]) . . .	+
Paspalum vaginatum Sw. [3]) . . .	+
Oryza sativa L.	+
Phragmites-spec. Japan.	+
Bambusa-spec.	+
Araceae	
Philodendron erubescens C. Koch. .	—
Caladium variegatum Desf. . . .	—
Cannaceae	
Canna indica L.	+
Fagaceae	
Quercus sundaica Bl. [4]).	—

---

1) Damberger et Landsiedl (Sitzber. d. Wiener Akademie 2 b. 1891. P. 414) ont isolé de la résine de cicatrisation de *Pinus Laricio* et de *Larix decidua*, en bouillant simplement cette résine avec de l'eau, une quantité considérable d'acide caféique. On peut être d'accord avec B. quand il dit que cet acide doit être préformé dans ces résines.

2) Selon Prinsen-Geerligs (Handboek ten dienste der suikerrietcultuur en de riet-suikerfabrikage op Java, 3de deel p. 44), il se trouve un acide tannique de composition inconnue dans les cannes à sucre jeunes et aussi dans le sommet encore verdi de la canne déjà mûre. La quantité en est insignifiante, il se combine aussitôt après brouage avec de l'albumine en une combinaison insoluble et il est par conséquent sans aucun influence sur la fabrication.

Il semble douteux que ce soit de l'acide chlorogénique.

3) Selon Loew (J. pr. Ch. (2), 19), il y aurait dans le foin 0.6% d'acide quinique. Il est très probable que cet acide est formé par décomposition de l'acide chlorogénique.

4) Stenhouse obtint de la quinone en distillant des feuilles de *Quercus Robur* et de *Q. Ilex* en présence de manganèse et d'acide sulfurique. Cela ne prouve pas certainement la présence d'acides quinique ou chlorogénique dans ces feuilles; il y a dans la nature d'autres substances encore qui donnent la même réaction, comme par exemple la quercite. Or, puisqu'il existe de la quercite dans les semences

Ulmaceae	
Ulmus Keaki Sieb. [1])	—
Moraceae	
Artocarpus incisa L.	—
Castilloa elastica Cerv.	—
Urticaceae	
Boehmeria nivea Gaudich. . . .	+
Proteaceae	
Macadamia ternifolia F. Muell. .	—
Olacaceae	
Gonocaryum fuscum Hochr. . . .	—
Chenopodiaceae	
Beta vulgaris L. [2])	—
Suaeda dodoneifolia Hort. Bog. . .	+
Amarantaceae	
Celosia cristata L.	—
Alternanthera-spec.	—
Nyctaginaceae	
Bougainvillea spectabilis Wild. . .	—
Pisonia aculeata L.	—
Caryophyllaceae	
Drymaria cordata Willd.	—
Ranunculaceae	
Clematis paniculata Thunb. . . .	+
Magnoliaceae	
Michelia fuscata Bl.	+

---

de *Quercus*, il paraît assez probable que cette substance se trouvera aussi dans les feuilles et que c'est à ce composé qu'il faut attribuer la formation de quinone.

1) Par distillation des feuilles d'*Ulmus campestris* L. avec du manganèse et de l'acide sulfurique, il se forme aussi de la quinone qui pourrait être aussi liée à la présence de la quercite, substance peut-être plus répandue dans la nature, qu'on ne le sait jusqu'ici.

2) v. Lippmann (Ber. 31, p. 674) observa sur les filtres à charbon d'une usine à sucre de betterave une substance blanche, poreuse, qui était une combinaison organique de chaux. On sépara la chaux par l'acide sulfurique et on évapora la solution presque incolore jusqu'à consistance sirupeuse. Elle solidifia par refroidissement en une résine fragile, jaunâtre, qui doit être un mélange de differentes substances. Par décomposition avec la potasse v. L. put en obtenir de l'acide caféique.

Illicium religiosum Sieb et Zucc. .	—
Anonaceae	
Anona montana Macfad.	—
Xylopia malayana Hook. f. et Th.	—
Polyalthia littoralis Boerl.. . . .	—
Saxifragaceae	
Hydrangea mutabilis Steud. [1]) . .	+
Brexia *serrata* Prsl.	—
Dichroa cyanitis Miq.	—
Rosaceae	
Crataegus Pyrocantha Medic.. . .	—
Pyrus-spec. [2])	—
Leguminosae [3])	
Albizzia lucida Benth.	—
Acacia-spec.	—
Leucaena glauca Benth.	—
Parkia singularis Miq.	—
Bauhinia purpurea L.	—
Cassia calliantha G. F. Mey. . .	—
Sophora tomentosa L.	—
Brownia coccinea L.	—
Ormosia dasycarpa Jacks.. . . .	—
Tamarindus indica L.	—
Erythroxylaceae	
Erythroxylum Coca Lam. [4]) . . .	+

---

1) Tamba (Ber. 19, Ref. 105) isola des feuilles de *Hydrangea Thunbergii* une substance cristallisée, qui, selon la description qu'il en donne ne me semble pas être de l'acide chlorogénique. En la fondant avec la potasse il put en isoler de l'acide protocatéchique.

2) Selon Vincent et Delachanal (Ch. Centr. 1887, p. 633) l'acide sorbitannique serait voisin de l'acide cafétannique.

3) Stenhouse (Husemann-Hilger. Bd. 2 p. 1399) obtint de la quinone par distillation des feuilles de *Cyclopia latifolia* avec du manganèse et de l'acide sulfurique. Comme je n'ai pu trouver dans aucune espèce de Légumineuses de l'acide chlorogénique je crois pouvoir attribuer la formation de quinone dans ce cas aussi à quelque autre substance.

4) Selon Czapek (Bd. 2, p. 575) l'acide cocatannique répondrait à la formule $C_{11}H_{22}O_{10}$; c'est presque la même composition en pourcent que l'acide chlorogénique. me semble donc qu'il y avait là aussi question d'acide chlorogénique impur.

Erythroxylum novogranatense Hiern. +

Rutaceae

Aegle Marmelos Correa. . . . . —

Citrus decumana Murr. . . . . —

Meliaceae

Cedrela serrata Royle. . . . . —

Swietenia macrophylla King. . . . . —

Melia Azedarach L. . . . . —

Polygalaceae

Xanthophyllum excelsum Bl. . . . . —

Anacardiaceae

Mangifera laurina Bl. . . . . —

Rhus-spec. Timor. . . . . —

Aquifoliaceae

Ilex salicifolia Jacq. [1]). . . . . +

Aceraceae

Acer oblongum Wall. . . . . —

Sapindaceae

Paullinia caracasana Jacq. . . . . —

Sapindus-spec. Bangka. . . . . —

Nephelium mutabile L. . . . . —

Balsaminaceae

Impatiens Balsamina L. . . . . —

Rhamnaceae

Zizyphus-spec. . . . . . —

Gouania microcarpa D.C. . . . . —

Vitaceae

Leea aculeata Bl. . . . . —

Tiliaceae

Corchorus olitorius L. [2]) . . . . +

---

1) Les auteurs ne sont pas d'accord au sujet de l'acide matétannique, retiré du maté, des feuilles d'*Ilex paraguayensis*. Quelques-uns le déclarent nettement identique avec l'acide cafétannique, d'autres le considèrent comme différent. Comme j'ai trouvé de l'acide chlorogénique dans l'*Ilex* spec. signalé ci-dessus, il n'est à mon avis pas douteux que l'acide matétannique des auteurs soit aussi de l'acide chlorogénique impur.

2) Selon Bevan et Cross (Chem. News. 44, p. 64), le corps aromatique des fibres

Grewia orientalis L.. . . . . —

Sterculiaceae

Cola Ballayi K. Sch. . . . . —

Theobroma Cacao L. . . . . —

Theaceae

Camellia Thea Link var. assamica. —

„ *Thea* Link. . . . . —

Guttiferae

Hypericum coriaceum Bl. . . . . —

Dipterocarpaceae

Vatica Zollingeriana D.C. . . . —

Bixaceae

Hydnocarpus alpina Wight. . . . . —

Lythraceae

Lawsonia alba Lam. . . . . —

Lagerstroemia indica L. . . . . —

Combretaceae

Terminalia chebula Retz. . . . . —

Myrtaceae

Chydenanthus excelsus Miers.. . . —

Eucalyptus robusta Smith.. . . . . —

Araliaceae [1])

Aralia maculata Hort. Bull. . . . +

Trevesia sundaica Miq. . . . . +

Paratropia-spec. . . . . . +

Heptapleurum-spec. . . . . . +

Panax ornatum Hort. Bull. . . . —

Umbelliferae [2])

Hydrocotyle-spec. . . . . . +

---

de jute serait apparenté aux substances tanniques. En le fondant avec de la potasse ces auteurs ont pu en isoler de l'acide protocatéchique et très peu de phloroglucine. Cela me semble démontrer, qu'ils ont eu affaire à de l'acide chlorogénique impur.

1) La présence de l'acide chlorogénique dans la famille des Araliacées était bien probable, puisque Stenhouse (l. c.) avait obtenu par distillation des feuilles de *Hedera Helix* avec du manganèse et de l'acide sulfurique de la quinone. L'acide hédératannique décrit dans la littérature semble être de l'acide chlorogénique impur.

2) Hofmann (Ber. 17. p. 1922) obtint de l'acide caféique des eaux-mère alcalines

Eryngium pandanifolium Cham. et Schl.	+
Daucus carota L.	—
Cornaceae	
Cornus capitata Wall.	—
Mastixia cuspidata Bl.	+
Alangium sundanum Miq.	—
Marlea costata Boerl.	—
Ericaceae [1])	
Azalea indica L.	—
Rhododendron ledifolium G. Don. .	—
„ *javanicum* Bl. . . .	—
Vaccinium lucidum Miq.	+
„ *Teysmannii* Miq. . . .	—
Gaultheria punctata Bl.	—
„ *leucocarpa* Bl.	—
Pernettya repens Zoll.	—
Oleaceae	
Ligustrum chinense Carr.	—
„ *Ibota* Sieb.	—
Fraxinus Eedeni Boerl. et K. [2]). . .	—
Chionanthus ramiflora Roxb. . . .	—
Loganiaceae	
Strychnos Nux vomica L. [3]) . . .	+

---

de *Conium*, distillées en vue de la préparation des alcaloïdes coniine et conydrine Il acidifia ces solutions par l'acide sulfurique et agita avec de l'éther, qui dissolvait l'acide caféique. Il est probable que celui-ci était formé par décomposition de l'acide chlorogénique.

1) Certaines indications rencontrées dans la littérature font soupçonner la présence de l'acide chlorogénique dans la famille des Ericacées. Zwenger (Ann. 115, p. 108). obtint de l'acide quinique de *Vaccinium Myrtillus* et on a obtenu de l'hydroquinone par distillation sèche de diverses espèces.

2) Les feuilles de *Ligustrum vulgare* L. et de *Fraxinus excelsior* L. distillées avec le manganèse et l'acide sulfurique donnent de la quinone. (H. H. Bd. 2, p. 1399).

3) L'acide igasurique des graines de *Strychnos* isolé par Pelletier et Caventou fut comparé avec l'acide cafétannique par Sander (Arch. d. Ph. 1897, p. 133), lequel put aussi obtenir de l'acide caféique par décomposition par la potasse de l'acide igasurique et il conclut que ce dernier acide est identique avec l'acide cafétannique. J'ai retiré des graines de *Strychnos*, ce même acide à l'état cristallisé et j'ai pu démontrer son identité avec l'acide chlorogénique.

Crateriphytum moluccanum Sch. . . +

Apocynaceae

Allamanda Hendersonii Bull. . . . +
Alstonia scholaris R. Br. . . . . +
Cerbera-spec. Groot Kei. . . . . —
Kopsia flavida Bl. . . . . +

Asclepiadaceae

Calotropis gigantea Dryand. . . . —
Marsdenia-spec. . . . . . —
Hoya bandanensis Schl. . . . . +
Dischidia Rafflesiana Wall. . . . —

Convolvulaceae

Ipomoea Batatas Poir. . . . . +
Merremia dissecta Hall. . . . . +
Porana paniculata Ruxb. . . . . +
Argyreia Kurzei Boerl. . . . . +
Lepistemon flavescens Bl. . . . . +
Erycibe tomentosa Bl. . . . . +

Borraginaceae

Ehretia buxifolia Roxb. . . . . +
Cordia suaveolens Bl. . . . . +

Verbenaceae

Clerodendron speciosissimum Paxt. . —

Labiatae [1])

Mentha javanica Bl. . . . . +
Coleus-hybrida . . . . . —
Salvia coccinea L. . . . . +

Solanaceae

Capsicum annuum L. . . . . —
Solanum cuneifolium Dun. . . . +
Datura alba Nees. . . . . —
Cestrum Parqui L'Her. . . . . +
Petunia hybrida. . . . . . +

---

1) Selon Ch. Mohr (Just bot. J. 1876. Bd. 2, p. 778) la substance tannique du *Pycnanthemum linifolium* pourrait être de l'acide caféotannique.

Nicotiana Tabacum L. [1]) . . . . +

Scrophulariaceae [2])

Torenia-spec. Borneo. . . . . +
Capraria biflora L. . . . . +

Bignoniaceae

Calosanthes indica Bl. . . . . —
Tecoma stans Juss. . . . . —
Jacaranda mimosaefolia Don. . . . —
Crescentia cuneifolia Gardn. . . . +
Kigelia pinnata D. C. . . . . +
Spathodea campanulata Beauv. . . +

Pedaliaceae

Sesamum orientale L. . . . . +

Martyneaceae

Martynia diandra Glox. . . . . +

Gesneraceae

Aeschynanthus longiflora Bl. . . . +
Cyrtandra bicolor Jack. . . . . +
Gloxinia caulescens Lindl. . . . . +
Sinningia-spec.. . . . . +
Agalmyla staminea Bl. . . . . +
Episcia pulchella Mart. . . . . +

Acacanthaceae

Thunbergia laurifolia Lindl. . . . +
Graptophyllum hortense Nees. . . +
Strobilanthes lupinus Nees. . . . +
Barleria cristata Hassk. . . . . +
Eranthemum macrophyllum Nees. . +
Andrographis paniculata Nees. . . —

---

1) Selon Savery J. ch. Soc. 1884. Vol. 1) la substance tannique du tabac pourrait être identique avec l'acide cafétannique. Ma réaction a confirmé l'opinion de S. en démontrant, qu'il se trouve de l'acide chlorogénique dans les feuilles du tabac.

2) Koch (H. H. Bd. 2, p. 1228) déclare l'acide du *Scrophularia nodosa* identique avec l'acide cafétannique. L'acide euphrastannique me fait penser aussi à l'acide chlorogénique.

Rubiaceae [1])

Eriostoma albicaulis Boiv.	+
Greenia latifolia T. et B.	—
Wendlandia-spec.	—
Cinchona succirubra Pav.	—
Hymenodyction-spec. Menado.	+
Exostemma longiflorum R. et S.	+
Coutarea pubescens Pohl.	—
Adina cordifolia B. et H.	+
Nauclea fagifolia T. et B.	+
Sarcocephalus undulatus Miq.	—
Antocephalus indicus Rich.	—
Uncaria ovalifolia Roxb.	—
Mussaenda officinalis Miq.	+
Gardenia odoratissima T. et B.	—
Tarenna zeylanica Gaertn.	—
Randia dumetorum Lam.	—
Gynopachys axilliflora Miq.	—
Gardenia resinifera Korth.	—
Posoqueria multiflora Lem.	—
Oxyanthus hirsutus D. C.	+
Fernelia obovata Lam.	—
Petunga-spec.	—
Diplospora singularis Korth.	—
Vangueria palembanica Miq.	—
Plectronia dicocca Burck.	+

1) Il y a encore des indications permettant de soupçonner la présence de l'acide chlorogénique dans la famille des Rubiacées en dehors du genre Coffea.

Naudin (Czapek Bd. 2, p. 613) isola de *Pinckneya pubens* Mchx. un glucoside(?) cristallisable, ressemblant l'acide cafétannique.

Rochleder et Hlasiwetz (J. 1850, p. 387) déclarent qu'il y a de l'acide cafétannique dans les rhizomes de *Chiococca racemosa*; Peckolt (Arch. d. Ph. 127, p. 93) présume le même fait pour le *Palicourea Markgrafii* St. H.

De même l'acides aspertannique et galitannique (H. H. Bd. 2, p. 1356) éveillent fortement l'idée qu'il pourrait s'agir encore d'acide chlorogénique; de plus Oehren (Zeitschr. Ch. 1867, p. 28) a pu isoler à partir du *Galium Mollugo* L. de l'acide quinique, qui paraît avoir pris naissance par décomposition de l'acide chlorogénique Körner (Ber. 15, Ref. p. 2624) put retirer de l'écorce de *Cinchona cuprea* épuisée avec l'éther et après traitement par la potasse de l'acide caféique.

Bobea-spec. . . . . . —
Timonius compressicaule Boerl. . . . +
Coffea arabica L. . . . . +
„ *liberica* Hiern. . . . . +
„ *bengalensis* Boxb. . . . . +
„ *mauritiana* Lam. . . . . —
„ *densiflora* Bl. . . . . —
Pavetta-spec Ambon. . . . . —
Ixora grandiflora Z. et M. . . . —
Stylocoryne lucida Miq. . . . . —
Psychotria angulata Korth. . . . —
Palicourea gardenioides B. et H. . +
Chasalia curviflora Miq. . . . . —
Saprosma-spec. . . . . . —
Paederia foetida L. . . . . —
Coelospermum corymbosum Bl. . . +
Morinda Royoe H. et S. . . . . —

Caprifoliaceae

Viburnum sundaicum Miq. . . . —
Lonicera-spec. . . . . . +
Sambucus javanica Reinw. [1]) . . . +

Cucurbitaceae [2])

Alsomitra sarcophylla M. Roem. . . —
Momordica Charantia L. . . . . —
Trichosanthes-spec. . . . . . +
Abobra sinuosa Bull. . . . . —
Coccinia cordifolia L. . . . . +

Campanulaceae

Pratia montana Hassk. . . . . —
Platycodon grandiflorum D. C. . . —

1) Enz (Viertelj. pr. Ph. 8, p. 509, J. Ch. 1859, p. 588) trouva dans les baies de *Sambucus ebulus* L. une substance se colorant en vert par le chlorure ferrique (acide chlorogénique?)

2) Peckolt (Arch. d. Ph. (2), 109, p. 219. Jahresber. Ch. 1862, p. 514) trouva dans les graines de *Fevillea trilobata* L. (*F. cordifolia* Vell.) une substance se colorant en vert par le chlorure ferrique (acide chlorogénique?)

Lobelia caespitosa Bl.	—
Goodeniaceae	
Scaevola sericea Forst.	+
Compositae	
Vernonia-spec.	+
Eupatorium pallescens D. C. . . .	+
„ *javanicum* Boerl. . . .	+
Pluchea indica Less.	+
„ *odorata* Cass.	+
Helianthus annuus L. [1])	+
Tithonia diversifolia Gray. . . .	+
Tagetes erecta L.	+
Stifftia chrysantha Mikan.	+
Clibadium surinamense L.	+
„ *asperum* D. C.	+
Gymnanthemum grande Sch. . . .	+
Cosmidium Burridgeanum Hort. . .	—

1) L'acide tannique de *Helianthus* décrit par Ludwig et Kromeyer (Arch d. Ph. Bd. 99, p. 1, 285) est sans doute de l'acide chlorogénique impur. Il en est de même pour le «Grünsäure" de Runge (Arch. 27, p. 312), qui se trouve, selon cet auteur, dans les racines de plusieurs Synanthérées et Ombellifères.

Buitenzorg, 26 Févr. 1909.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LE RÔLE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE DANS LES PLANTES VERTES.

III. [1])

PAR

M. TREUB.

Avec Planches XVIII—XXIII.

1.

Sorghum vulgare. Pers.

Le Sorgho ou grand millet compte parmi les plantes à acide cyanhydrique les mieux étudiées; au point de vue chimique notamment par MM. Dunstan et Henry [2]) et aussi par M. Slade [3]), M. Avery [4]), M. Brünnich [5]) et autres; du côté physiologique par MM. Ravenna et Peli.

Dans un fort intéressant article les derniers auteurs ont rendu compte d'une série de belles expériences, conduites au laboratoire de chimie agricole de l'Université de Bologne [6]).

---

1) Voy. les deux premières parties: Annales 2ième Série Vol. IV, p. 86 et Annales 2ième série, Vol. VI, p. 79.

2) W. R. Dunstan et Th. A. Henry, Cyanogenesis in plants, Part II, The great millet, Sorghum vulgare. Phil. Transactions, Roy. Soc. Ser. A, Vol. 199, London 1902.

3) H. B. Slade, Prussic acid in Sorghum. Journ. Americ. Chem. Soc. Vol XXV, Jan. 1903, p. 55.

4) S. Avery, dans Bulletin Experim. Station Nebraska, Vol. XV, Article III, Jan. 1903.

5) J. C. Brünnich, Hydrocyanic acid in fodder plants, Journ. Chem. Soc., Vol. LXXXIII, p. 788. La question de l'empoisonnement du bétail par le sorgho a été traitée par M. Brünnich à différentes occasions, dans le »Queensland Agricultural Journal."

6) C. Ravenna et A. Peli. L'acido cianhidrico e l'assimilazione dell'azoto nelle piante verdi. Estratto dalle Gazetta Chimica Italiana. Anno XXXVII, Parte II.

Soit en dosant le C Az H de grand matin dans des feuilles de sorgho et, d'autre part le soir dans des feuilles correspondantes, soit en comparant à des moitiés de feuilles coupées le matin, les autres moitiés récoltées le soir, MM. Ravenna et Peli ont trouvé que dans la grande majorité des cas le principe en question subit une augmentation bien prononcée dans le courant d'une seule journée. Il se trouva, ensuite, que cette augmentation n'est pas due à l'action directe de la lumière solaire, mais qu'elle est en rapport avec la formation de produits de l'assimilation du carbone.

D'autres expériences encore des auteurs Italiens ont démontré l'existence de rapports entre les nitrates et la genèse du CAzH.

MM. Ravenna et Peli arrivent, en somme, aux trois conclusions suivantes [1]):

„La formation de l'acide cyanhydrique dans le Sorghum vulgare, est due à l'action directe, concomitante, des hydrates de carbone et des nitrates."

„Quand les hydrates de carbone et les nitrates sont retranchés, l'acide cyanhydrique diminue rapidement."

„La lumière favorise la formation de l'acide cyanhydrique, pour peu que la fonction chlorophyllienne ne soit pas entravée."

Les auteurs se déclarent partisans de l'hypothèse émise par moi et discutée ici-même à plusieurs reprises, en disant: „Nous croyons par conséquent que rien ne s'oppose à admettre que dans le Sorghum vulgare, l'acide prussique soit la plus simple substance organique reconnaissable, dans la synthèse des substances protéiques."

Le sorgho, si favorable aux recherches physiologiques en Europe, se prête, au contraire, mal à ce genre d'investigations dans nos conditions tropicales, du moins pour ce qui est des variétés que nous avons eu sous la main ici; on verra plus bas pourquoi. Je me suis occupé du Sorghum, de temps en temps, depuis plus de cinq ans.

Partout on trouve des indications que la plante est particu-

---

1) Loc. cit. page 15.

lièrement dangereuse pour le bétail pendant des périodes de forte sécheresse. Nous avons souvent constaté, en effet, que de jeunes sorgho tenus à sec, contiennent beaucoup plus d'acide cyanhydrique que des plantules provenant du même semis, mais arrosés fréquemment. Le tableau suivant en fournit quelques exemples.

TABLEAU I.

âge des plantules en jours	acide cyanhydrique %	
	plantules humides	plantules sèches
14	0,050	0,063
14	0,057	0,082
15	0,043	0,096
15	0,053	0,116
21	0,036	0,067
22	0,026	0,046

Plusieurs auteurs ont attribué ces fortes proportions d'acide cyanhydrique au ralentissement de la croissance, à la suite de la sécheresse. Ainsi, pour ne citer qu'un récent exemple, il est dit dans le numéro de Février de cette année, du „Queensland Agricultural Journal" [1]): „from the particulars given it would seem, that the risk of poisoning which is due to prussic acid contained in the plant, is in an inverse ratio to the vigour of the growing crop, since prussic acid is found present in increased quantity in stunted crops and dry seasons, while it is almost absent in the case of plants that have grown quickly on moist land."

Quatre fois j'ai fait couper, immédiatement au-dessus de l'épicotyle, 100 plantules dans deux lots, semés en même temps, l'un constamment arrosé, l'autre tenu aussi sec que possible. Les plantules pesées, les proportions d'acide cyanhydrique ont été déterminées. Voici le récultat.

---

1) Vol. XXII.

TABLEAU II.

âge des plantules en jours	poids des 100 plantules en grammes		acide cyanhydrique %	
	humides	sèches	humides	sèches
9	9,99	5,92	0,074	0,139
11	11,86	7,77	0,057	0,096
15	15,6	10,—	0,020	0,049
20	16,53	13,23	0,009	0,015

On voit, d'abord, que le peu d'eau donné aux plantules dites „sèches" a sensiblement entravé leur développement, ce qui était à prévoir, et, ensuite, que les relations entre les proportions de CAzH dans les deux groupes sont, plus ou moins en raison inverse des poids. Il est évident qu'il ne peut être question que d'un rapport approximatif, parce que la diminution du poids des plantes fraiches ne traduit certainement pas tout l'effet de la sécheresse sur le métabolisme.

M. Brünnich a été le premier à signaler l'augmentation de l'acide cyanhydrique dans le sorgho, à la suite d'une fumure avec le nitrate de soude [1]). J'ai tenu à répéter l'expérience (c'était avant la publication du travail de MM. Ravenna et Peli).

Plusieurs fois nous avons vu, ici aussi, augmenter la proportion d'acide cyanhydrique après arrosage avec des solutions de nitrate de potassium (le plus souvent d'un demi pour cent). Ainsi, de deux lots égaux, l'un — arrosé d'eau — contenait après 17 jours 0,039 %, et l'autre — traité par du nitrate de potassium — 0,084 % de CAzH. Une autre paire de lots donna après 19 jours, 0,050 % pour les plantes à l'eau, contre 0,061 % pour les plantes à nitrate.

Dans six expériences, des plantes de sorgho arrosées de solutions de nitrate de potassium (à un demi pour cent) contenaient après 60—64 jours, encore 0,010 % d'acide cyanhydrique, tandis que plantes de 56 jours, n'ayant pas reçu d'engrais

---

1) Brünnich, loc. cit. (Journ. Chem. Soc. LXXXIII, 1903) p. 789 et 791.

azoté, ne contiennent ici, au maximum, que 0,005 % (proportion même fréquente à un âge moins avancé).

Les recherches de MM. Ravenna et Peli, notamment celles avec des feuilles coupées [1]), ne laissent pas de doute quant à l'effet des nitrates sur l'augmentation du CAzH dans les feuilles de sorgho. Pourtant, il nous est souvent arrivé de constater chez des plantules de sorgho une diminution des proportions d'acide cyanhydrique après traitement par des nitrates. L'expérience suivante, faite avec mon assistant M. Zeylstra, fournit un exemple d'un de ces cas et donne en même temps l'explication du phénomène.

Le 30 Novembre 1907 nous avons semé deux lots de graines de sorgho, dans des conditions tout-à-fait égales; l'un fut arrosé d'eau, l'autres d'une solution d'un demi pour cent de $KAzO_3$. Dans chacun des deux groupes nous avons pris le 6, le 9, le 12 et le 16 Décembre, 100 plantules, coupées au-dessus de l'épicotyle; les plantes furent immédiatement pesées, puis on procéda au dosage de l'acide cyanhydrique. Les résultats sont consignés dans la tableau suivant.

TABLEAU III. [2])

âge en jours des plantules	poids en grammes des 100 plantules		proportions de CAzH %	
	eau:	nitrate:	eau:	nitrate:
6	6,38	10,08	0,103	0,066
9	10,17	17,53	0,061	0,044
12	10,9	14,27	0,052	0,037
16	12,27	15,85	0,034	0,023

Les plantes ont dû immédiatement servir aux dosages, de sorte que nous n'avons pas pu en déterminer les poids secs.

---

1) Loc. cit. p. 14.

2) Entre le 9 et le 12 Décembre 1907 nous avous en un veut fort et très sec: il n'est guère douteux que cette condition climatérique peu normale dans la saison pluvieuse, explique la marche des poids après le 9 Décembre et la faible diminution du CAzH.

Mais déjà la comparaison des poids des plantules fraiches donne une bonne idée de l'influence des nitrates sur la croissance des jeunes sorgho. Il est évident que, dans ces conditions il serait erroné de conclure d'une expérience comme celle du tableau III, à une diminution de la production de l'acide cyanhydrique sous l'empire du nitrate [1]). La conclusion à tirer l'ensemble de nos expériences sur le sorgho sera formulée plus bas.

De jeunes plantes hautes de 25 à 140 cm. contenaient, dans les recherches de MM. Ravenna et Peli, des proportions considérables de CAzH. Dans la communication récente du Queensland Agricultural Journal (Février 1909) il est dit: „The prussic acid is present in dangerous amounts only in certain stages of growth, from 5 to 7 weeks usually." Et dans un article du „Science progress" de M. Henry [2]), dont le nom fait autorité en cette matière, on trouve: „The glucoside is secreted in the young green parts of the plant, and the amount present increases up to the time that the plant is about 12 inches (31 cm.) high, after which it diminishes, the mature plant and the seed [3]) being quite free from it."

Dans le climat de Buitenzorg les choses se passent autrement, du moins chez les variétés de sorgho que nous avons été à même d'étudier. Le tableau suivant reunit les résultats de trois séries, d'expériences, tirées de nos cahiers d'annotations.

---

1) Je me permettrai de rappeler, en outre, avoir dit ici-même (2ième Série, Vol. IV, 1904, e. a. à la page 131) que dans les feuilles du Phaseolus lunatus un surplus de nitrates peut causer une diminution d'acide cyanhydrique, en actîvant la transformation de ce corps, à ce qu'il parait.

2) T. A. Henry. On the occurence of prussic acid and its derivatives in plants. Science Progress, N° 1, July 1906.

3) Ici aussi, nous avons constaté que les graines de Sorghum ne contiennent pas de trace d'acide cyanhydrique, mais que, semées à l'obscurité, les plantules étiolées en présentent de notables quantités. Il serait fort intéressant de connaitre le corps qui, en se dédoublant lors de la germination, donne de l'acide cyanhydrique, mais c'est là une question à traiter par un chimiste. Dans les conditions anormales de l'étiolement, les plantules de sorgho ne consument qu'une partie du CAzH à leur disposition. M. Guignard vient de décrire quelquechose d'analogue pour des plantules de Phaseolus lunatus, de cultures faites à l'obscurité (Compt. Rend. 30 Novembre 1908, p. 1026).

TABLEAU IV.

hauteur des plantules en cm.	âge des plantules en jours	proportions de CAzH °/₀
a (dans du sable)		
	5	0,113
	9	0,051
	16	0,020
	25	0,011
b (dans du sable)		
	7	0,052
	11	0,027
	16	0,012
	25	0,007
c (dans du terreau)		
24	18	0,024
32	37	0,013
37	30	0,010
39	35	0,007
56	40	0,005

Si l'on compare aux chiffres de l'expérience *c* ceux du tableau à la page 13 du travail de MM. Ravenna et Peli, on voit que des sorgho hauts de 25 à 30 cm. contenaient à Bologne encore 0,062 °/₀ de CAzH, et des plantes de 35 à 40 cm. 0,047 °/₀.

Et si en Australie les quantités de CAzH dans les sorgho de 5 à 7 semaines, les rend particulièrement nocives au bétail, tous les sorgho de cet âge là examinés ici, étaient, pour ainsi dire, inoffensifs, vu la forte diminution du principe.

Tout cela explique pourquoi le Sorghum vulgare se prête mal à des expériences physiologiques chez nous. Pour travailler, à l'instar des savants de Bologne, avec des feuilles coupées renfermant pas mal de CAzH, il faudrait en prendre ici de si jeunes et de si petites qu'elles ne seraient guère maniables. Et dans des expériences en pleine terre, comme j'en ai tant fait avec d'autres plantes à acide cyanhydrique, les rapides

changements naturels, survenants dans les proportions de CAzH de nos jeunes Sorghum, fausseraient nécessairement les termes de comparaison.

Mais, d'autre part, ces rapides changements dans les proportions d'acide cyanhydrique présentées par les variétés du grand millet, cultivées dans nos conditions climatériques, rendent la plante plus intéressante encore.

En effet: *parmi les plantes à acide cyanhydrique, il n'y en a peut-être pas une seule où le caractère de substance plastique du principe soit aussi prononcé que dans le Sorghum vulgare.* Et: *nullepart, ce me semble, le fait ne saute aussi clairement aux yeux que dans le Sorghum, que l'acide cyanhydrique, trouré à un moment donné dans la plante, dépend du bilan entre sa formation et sa transformation.*

Ce sont là les deux conclusions auxquelles m'ont amené une longue étude de la plante.

Dans le courant de ces investigations, mon assistant M. H. H. Zeylstra, a constaté la présence d'assez grandes quantités d'acide cyanhydrique dans les sommets des racines aériennes de plantes adultes, tandis que nous n'en avons pas trouvé dans les racines terrestres, même de plantules d'une douzaine de jours.

Ces racines aériennes, épaisses et à croissance lente, sont vertes vers le somment; l'acide cyanhydrique s'y trouve dans l'écorce.

Une autre observation, faite par M. Zeylstra, mérite d'être signalée. Lorsqu'on jette des plantules de sorgho, coupées à ras de terre, dans de l'alcool absolu bouillant il ne se dégage pas d'acide cyanhydrique; aussi faut il admettre que le principe se trouve dans le sorgho, seulement sous forme glucosidique. Maintenant, si, après le traitement par l'alcool bouillant, dans lequel tout ce qui est enzyme a dû être tué, on fait bouillir ces plantules dans l'eau, M. Zeylstra a vu tout le CAzH se dégager.

D'après ce résultat, obtenu plusieurs fois, il parait que le

glucoside des sorgho d'ici, différent de la „durrhine" de MM. Dunstan et Henry, est dédoublable non seulement par les enzymes, mais encore par l'eau bouillante. Il s'agit de faire remarquer que dans le bulletin de la station expérimentale de Nebraska M. Avery a dit aussi: „The investigations at this station show that the prussic acid is not present as such, but that it is liberated from a glucoside, (1) by an enzym in the plant, as in the case of sorghum poisoning, and (2) by the action of boiling water on the plant" [1])

2.

Passiflora foetida. L.

L'hypothèse, suivant laquelle l'acide cyanhydrique constitue dans les plantes vertes, le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote — sinon le premier composé organique azoté qui se forme — a pour conséquence, que cet acide, quelle que soit la forme sous laquelle il est engagé, doit se comporter dans la plante comme substance nutritive.

Et, en effet, on connait déjà un certain nombre de cas, où ce caractère n'est pas douteux. Nous venons d'en voir un des meilleurs exemples dans le sorgho.

D'accord, aussi, avec l'hypothèse, les principes cyanhydriques disparaissent des feuilles avant leur chute, dans la très grande majorité des plantes, étudiées jusqu' ici à cet égard. Il n'y a même à cette règle que deux exceptions nettement constatées, le *Sambucus nigra* et *l'Indigofera gilegoides*. Pour la première de ces deux plantes, M. Guignard a constaté que les feuilles contiennent encore, au moment de leur chute, à-peu-près autant de glucoside cyanhydrique qu'à une époque antérieure [2]).

---

1) Loc. cit. p. 14. D'ailleurs le fait que des glucosides sont parfois dédoublés par l'eau bouillante n'était pas inconnu. Ainsi, à la p. 2 du traité sur les glucosides de M. van Ryn (J. J. L. van Ryn, Die Glykoside, Berlin, Borntraeger, 1900) il est dit: »Chemische Agentien gegenueber verhalten sich die Glykoside sehr verschieden. Einige zerfallen schon beim Kochen mit Wasser, besonders unter Druck."

2) Guignard, Nouv. observat. s. la format. et les variat. quantitatives du princ. cyanh. du Sureau noir. Compt. Rend. T. CXLI, 1905.

J'ai trouvé la même chose pour les feuilles de l'Indigofera galegoides [1]).

Tout récemment M. Guignard a résumé la situation en disant: „Si donc on fait abstraction de ces deux cas, qui pour le moment restent exceptionnels, on peut dire que les glucosides cyanhydriques constituent effectivement des substances nutritives pour la plante qui les produit. Il est possible, d'ailleurs, que leur rôle varie plus ou moins suivant leur constitution." [2])

Il est évident, je n'ai pas manqué de le faire remarquer antérieurement, que les deux exceptions dont il s'agit, ne sauraient infirmer l'hypothèse générale sur l'importance des principes cyanhydriques dans la nutrition de la plante. Les glucosides que le Sambucus et l'Indigofera perdent avec les feuilles tombantes, contiennent beaucoup plus de glucose que d'acide cyanhydrique et pourtant personne ne pensera à invoquer les deux cas en question comme arguments contre l'importance nutritive du glucose dans la plante.

Le fait que les principes cyanhydriques restent dans les feuilles de Sambucus et d'Indigofera jusqu'au moment de leur chute, peut s'expliquer de deux manières.

D'abord, il se pourrait que ces glucosides fussent des substances de déchet, formées de très bonne heure et restant immuables dans la feuille jusqu'à la fin.

En second lieu, il est possible que ces glucosides, comme tels, ou les corps qui les composent, prennent une part plus ou moins active au métabolisme de la feuille, de telle façon que formation et transformation se balancent. Ce bilan resterait à-peu-près le même jusqu'au dernier moment, et alors les éléments actifs de la feuille manqueraient d'énergie pour éviter la perte des principes nutritifs, en les faisant émigrer vers la tige.

Tenant compte de tout ce que l'on sait sur le rôle des glucosides en général, et notamment de ceux qui contiennent de

---

1) M. Treub, Nouv. Recherches s. le rôle de l'ac. cyanhydr. d. l. plantes vertes, II, A, Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg, 2 Série, Vol. VI. p 80—88.

2) L. Guignard, Sur la métamorphose des glucosides cyanhydriques pendant la germination. Compt. Rend. du 30 Novembre 1908: voy. à la page 1024.

l'acide cyanhydrique, la première supposition est fort improbable. D'ailleurs, déjà en 1905, M. Guignard a terminé sa communication sur la Sambucus nigra, par les paroles suivantes: „Toutefois, si, dans le cas actuel, ce glucoside ne semble pas être une substance de réserve, au même titre que divers hydrates de carbone auxquels on aurait pu les comparer, il n'en est pas moins permis de supposer, en comparaison de ce qui se passe chez d'autres plantes à acide cyanhydrique, que, dans le cours de la végétation, il subit une métamorphose de nature encore inconnue, au fur et à mesure qu'il est élaboré dans les tissus chlorophylliens."

La seconde manière de voir, dans l'antithèse posée ci-dessus, vient d'être appuyée par un article de M. Couperot [1]), dont j'ai pris connaissance au moment de commencer la rédaction de ces pages.

M. Couperot a étudié l'effet d'une dessiccation lente sur le rapport des quantités de nitrates et de glucosides cyanhydriques dans différentes parties — en premier lieu dans les feuilles — des *Sambucus nigra* et *laciniata*. Pour chaque espèce l'auteur a pris deux échantillons égaux. „Le premier a été analysé à l'état frais; le second a été desséché à l'air libre, dans les conditions dans lesquelles s'effectue la dessication des plantes pharmaceutiques. Après le temps nécessaire, l'échantillon sec a été analysé, dans les mêmes conditions que le premier."

L'auteur a trouvé „une différence entre les quantités du glucoside cyanhydrique et celles des azotates envisagées dans la plante fraîche et dans la plante sèche; la perte produite pendant la dessiccation peut varier depuis un cinquième jusqu'à la moitié du poids primitif."

D'après le tableau de M. Couperot, il se trouve que les feuilles de *Sambucus nigra* et de *S. laciniata*, séchées lentement, perdent en moyenne plus de 40 pour 100 de leur acide cyanhydrique.

Les plantes essayées, n'étant pas envahies pendant la dessic-

1) E. Couperot, Pertes en nitrates et en acide cyanhydrique chez les plantes, qui en renferment, pendant leur dessiccation. Journal de Pharm. et de Chimie. 6e Série, T. XXIX, Févr. 1909.

cation par des microorganismes et ayant gardé leur aspect de bonne conservation, l'auteur attribue la diminution des principes en question à ce que: „les cellules continuent à vivre quelquetemps et consomment les produits de réserve que contiennent les organes."

Je ne vois pas non plus comment expliquer autrement les résultats de ces expériences. Pour l'acide cyanhydrique on pourrait, à la rigueur, il et vrai, penser à une perte dans l'air ambiant, mais cela n'est guère probable.

Avec l'assistance de M. A. W. K. de Jong j'ai encore pu faire un petit nombre d'expériences du même ordre sur *l'Indigofera galegoides*.

Prènant des feuilles vigoureuses, nous avons composé deux lots de folioles, de telle manière qu'une rangée de folioles de chaque feuille fit partie d'un lot et la seconde rangée de l'autre.

Un des lots servit au dosage immédiat de l'acide cyanhydrique et l'autre aux expériences proprement dites.

Dès le début de celles-ci nous vimes l'impossibilité de faire ici avec les folioles d'Indigofera comme M. Couperot fit en France avec les feuilles de Sambucus. Par notre température tropicale les minces folioles d'Indigofera se dessèchent si vite à l'air libre que leurs cellules ne vivent plus assez longtemps pour pouvoir manifester une activité chimique quelque peu notable. Après quelques tâtonnements, nous sommes arrivés au traitement suivant des folioles du second lot. Elles furent mises, en couche mince, dans le fond d'un grand cristallisoir, au millieu duquel nous mimes une petite coupe contenant de la potasse caustique. Le tout, recouvert d'un autre cristallisoir, fut placé ensuite à l'obscurité. Nous avons fait de la sorte deux expériences, une de trois et l'autre de quatre jours de durée.

Les proportions d'acide cyanhydrique furent, dans la première expérience, en pour 100: au début 0,105, et après trois jours, 0,095; dans la seconde: au début 0,093 et après quatre jours, 0,076.

Bien que la diminution soit moins considérable que chez les feuilles de Sambucus, étudiées par M. Couperot, elle est

cependant beaucoup trop grande pour pouvoir être attribuée à des fautes de titrage.

Dans aucune des deux expériences du CAzH n'avait echappé à l'état gazeux, car la potasse caustique n'en contenait pas les moindres traces. Le résultat n'est pas non plus du à un amoindrissement de l'activité enzymatique, parce que, après une première distillation, nous avons ajouté de l'émulsine et fait une seconde distillation le lendemain. Les sommes des deux dosages ont fourni les proportions nommées ci-dessus.

Ainsi, pour peu qu'on puisse émettre un avis en ne disposant que de ces quelques données, il semble que chez *l'Indigofera galegoides* aussi, les cellules des feuilles à croissance vigoureuse soient à même de consommer les principes cyanhydriques, ce dont les éléments séniles des feuilles qui vont tomber ne sont plus capables.

Quelques botanistes ont pensé qu'on est en droit de compter les feuilles de Passiflora parmi celles qui ne perdent pas leur acide cyanhydrique avant leur chute.

M. P. Guérin termine un article sur „Les plantes à acide cyanhydrique," dans la Revue Scientifique du 27 Juillet 1907 [1]) par ces mots (p. 104): „Si les feuilles de Sureau et de Passiflore contiennent encore à l'arrière-saison, au moment de leur chute, la même quantité de glucoside cyanogénétique que durant les mois précédents, il semble bien difficile en effet d'attribuer à ce corps le rôle d'une substance de réserve."

Lors d'une communication faite, dans la séance du 10 Juillet 1908, à la Société Biologique, „Sur la présence d'un glucoside à acide cyanhydrique dans le *Centaurea aspera*, L." [2]) MM. C. Gerber et J. Cotte disent que leurs observations viennent aussi s'ajouter, bien que moins probantes peut-être, à celles faites

---

1) Cet article de M. Guérin commence dans la »Revue Scientifique" du 20 Juillet 1907, numéro que je ne suis pas à même de consulter.

2) Dans sa communication, faite à l'Académie des Sciences le 30 Novembre dernier, ainsi quatre mois *après* celle de MM. Gerber et Cotte à la Société Biologique, M. Guignard ne compte *pas* le Centaurea aspera parmi les plantes où l'acide cyanhydrique reste dans les feuilles qui vont tomber.

par M. Guignard sur la teneur en acide cyanhydrique des feuilles de Sureau noir et de Passiflore bleue, pour poser un point d'interrogation au sujet du rôle de substance de réserve que l'on serait tenté d'attribuer aux glucosides cyanogénétiques."

Je ne connais l'article de M. Guignard, „Sur l'existence d'un composé cyanique chez les Passiflorées," publié dans le „Bulletin des Sciences Pharmacologiques" (1906, T. XIX) que par l'aperçu succinct qu'en a donné le „Botanisches Centralblatt" (Vol. 104, p. 436). Mais en tout cas l'auteur lui-même ne considère *pas* les feuilles de la Passiflore bleue, les paroles citées plus haut le prouvent, comme fournissant une exception au même titre que celles du *Sambucus nigra* et de l'*Indigofera galegoides*.

Je me suis occupé ici, avec mes assistants successifs, de tant de Passiflores, au point de vue de leur teneur en acide cyanhydrique, qu'il me parait utile de revenir sur ce genre, vu la controverse à laquelle il donne lieu.

Dans un tableau publié ici-même en 1907 [1]), j'ai indiqué huit espèces de Passiflora, dont les jeunes feuilles fournissent à la distillation de fortes proportions d'acide cyanhydrique, et les feuilles qui sont sur le point de tomber, très peu ou rien du tout. Un second tableau [2]) renferme des données sur la marche de la diminution du CAzH au fur et à mesure que les feuilles avancent en âge. Parmi ces cinq espèces il y en avait une (le *Passiflora holosericea*) où la teneur en acide cyanhydrique est sensiblement la même dans les feuilles adultes et dans de toutes jeunes feuilles; même des feuilles qui commencent à jaunir en contiennent parfois encore des proportions assez notables. Nonobstant, au moment de la chute de la feuille, le principe a disparu.

Commencons maintenant par donner les résultates de dosages, en pour 100 de CAzH, concernant cinq espèces [3]), non comprises dans la liste précédente (ces Annales 2e série, Vol. VI, p. 80).

---

1) Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes, Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg, 2e série, Vol. VI, p. 80.

2) Ibid. p. 83 et 84.

3) Nous avons reçu ces espèces sous les noms indiqués.

Passiflora adenopoda.

jeunes feuilles	0,044
vieilles feuilles	0,001

Passiflora hybrida.

jeunes feuilles	0,043
vieilles feuilles	0,003

Passiflora pulchella.

jeunes feuilles	0,044
vieilles feuilles	0,001

Passiflora, spec.

jeunes feuilles	0,082
vieilles feuilles	0,005

Passiflora violacea.

jeunes feuilles	0,071
vieilles feuilles	0,—

Dans la dernière publication j'ai indiqué comme proportion de CAzH chez les feuilles de *Passiflora foetida* L. 0,085 (pour 100) dans de très jeunes feuilles et 0,006 pour des feuilles sur le point de tomber. Cette espèce m'ayant servi à de nouvelles recherches, je reproduis ici les résultats de sept séries de dosages qui se rapportent à elle.

Passiflara foetida L.

acide cyanhydrique en pour 100 du poids des feuilles fraiches.

jeunes feuilles	0,067
feuilles demi-adultes	0,054
feuilles adultes	0,044
feuilles demi-adultes	0,110
feuilles adultes	0,052

jeunes feuilles	0,091
feuilles demi-adultes	0,054
jeunes feuilles	0,062
vieilles feuilles	0,006
jeunes feuilles	0,066
feuilles adultes	0,057
feuilles âgées	0,045
jeunes feuilles	0,055
feuilles demi-adultes	0,048
feuilles adultes	0,040
très jeunes feuilles	0,041
jeunes feuilles	0,043
feuilles âgées	0,015
feuilles jaunes, sur le point de tomber.	0,002

Malgré les différences individuelles assez prononcées, ces dosages nous apprennent que pendant toute la période active de la vie des feuilles, l'acide cyanhydrique ne diminue en général pas beaucoup. La diminution ne s'accentue qu'au moment où la chute est proche.

Le *Passiflora foetida* s'est trouvé être un nouvel objet favorable pour la démonstration du rapport direct entre la formation de l'acide cyanhydrique et la fonction chlorophyllienne.

J'ai mis des plantes bien développées (dans d'assez grands pots) dans un endroit très peu éclairé, toutes mes autres recherches m'ayant appris que cela vaut mieux que de mettre les plantes à l'obscurité complète, ce qui d'ailleurs, n'est pas nécessaire dans le cas présent; il suffit d'empêcher l'assimilation du carbone.

Au début de l'expérience, j'ai coupé les parties supérieures d'un certain nombre de feuilles. Ces fragments ont donné, après traitement à la brosse, une réaction fort nette de bleu de Prusse [1])

1) La méthode de tout le traitement a été décrite ici-même à plusieurs reprises. Voy. 2e érie, Vol. VI, p. 105; 2e série, Vol. IV, p. 93: 1re série, Vol. XIII, p. 7—9.

(voy. les parties *a* dans les esquisses des fig. 3 et 4 Pl. XVIII). Dans les conditions de l'expérience les feuilles mettent un temps assez considérable avant de présenter une notable diminution de leur acide cyanhydrique. Ce n'est qu'après une quinzaine de jours que l'on trouve plusieurs feuilles décapitées, encore en bon état, mais ne présentant plus de réaction de bleu de Prusse (comp. les parties basales *b* dans les mêmes figures).

Avant de remettre les plantes à la lumière, j'ai examiné des fragments de quelques feuilles entières; elles ne donnèrent pas non plus de réaction de bleu de Prusse (voy. les parties marquées *a* dans les esquisses des figures 1 et 2 de la Pl. XVIII). Si l'on a soin de ne pas faire la transition de la quasi-obscurité à la lumière trop brusquement, les plantes supportent fort bien ce nouveau changement, et déjà après 6 ou 7 jours les parties basales des feuilles décapitées (*b* fig. 1 et 2 Pl. XVIII) montrent de nouveau une belle réaction de bleu de Prusse.

Les esquisses de la planche XVIII sont faites d'après nature (grandeur naturelle).

Ainsi, il a été possible de répéter pour le *Passiflora foetida*, et avec le même succès, l'expérience faite, il y a quelques années, avec les feuilles du *Phaseolus lunatus* [1]).

Quoique les feuilles du *Passiflora foetida* ne renferment pas beaucoup de principes cyanhydriques, elles sont si minces et par là, après le traitement par l'alcool, si transparentes que les petits points de bleu de Prusse sautent aux yeux. Cela fait que, si l'expérience est bien conduite, elle donne des résultats non moins démonstratifs que ceux obtenus avec les feuilles du *Phaseolus lunatus*.

3.

a. *Alocasia macrorhiza* Schott var.

Parmi les plantes à acide cyanhydrique, il y en a actuellement cinq, très éloignées l'une de l'autre dans le système na-

1) Ces Annales, 2e série, Vol. IV, p. 103, 104 et Pl. XIII.

turel, pour lesquelles des expériences spéciales, plus ou moins détaillées, ont démontré des rapports étroits entre la formation de l'acide cyanhydrique et la fonction chlorophyllienne. Ce sont, par ordre chronologique des recherches, les : *Pangium edule* [1]), *Phaseolus lunatus* [2]), *Manihot utilissima* [3]), *Sorghum vulgare* [4]) et le *Passiflora foetida*, dont nous avons de nous occuper dans le paragraphe précédent.

Mais, ce n'est pas uniquement par voie expérimentale que l'existence de ces rapports peut-être démontrée. Il y a une autre manière. encore de se rendre compte de l'étroite relation qui lie la formation de l'acide cyanhydrique à l'activité de l'appareil chlorophyllien, savoir l'étude de feuilles à panachure blanche. Il y a même un certain avantage à attaquer le problème de cette façon, car, si l'on trouve entre les parties vertes et les parties blanchâtres des feuilles, des différences par rapport à l'acide cyanhydrique, toute idée qu'elles puissent être dues à des couditions anormales est à écarter *a priori*, tandis que dans les expériences où l'on met les plantes à l'obscurité, on crée une condition anormale qui porte sur tout l'organisme et pas seulement sur la fonction spéciale que l'on a en vue.

A la fin de la deuxième partie de ces recherches [5]), j'ai signalé, plutôt en passant, un *Dieffenbachia* à feuilles panachées, dont les partes vertes renfermaient 0,041 et les parties jaunâtres pas plus de 0,011 pour 100 de CAsH. J'ai étudié aussi des fragments de feuilles de ce Dieffenbachia en appliquant la méthode comparative, et de cette manière encore les différences entre les taches et les parties vertes ambiantes devenaient manifestes [6]).

Une variété panachée de l'*Alocasia macrorhiza* Schott, constitue un objet du même ordre, mais plus favorable encore, que ce Dieffenbachia. On la cultive souvent dans les jardins ici, comme

---

1) Annales 1re série, Vol. XIII, p. 44—56.
2) Annales, 2e série, Vol. IV, p. 103—105.
3) Annales, 2e série, Vol. VI, p. 100—103.
4) Ravenna et Peli, Gazetta chim, Italiana, Anno XXVII, Parte 11.
5) Ces Annales, 2e série, Vol. II, p. 105, 106.
6) Ibid. Pl. II.

plante d'ornement, à cause des énormes feuilles à grandes taches blanches.

J'ai fait l'étude de ces feuilles par la méthode comparative. Lorsque l'on traite des feuilles panachées à la brosse pour les faire passer ensuite par la solution alcaline, la liqueur ferro-ferrique et l'acide chlorhydrique, il est évident que des différences en dépots de bleu de Prusse constatés, après décoloration par l'alcool bouillant, entre les parties vertes et les parties blanches ne peuvent être artificielles et attribuables au traitement.

L'*Alocasia macrorhiza* ne contenant que relativement peu d'acide cyanhydrique [1]) on ne peut se servir que des jeunes feuilles.

Non loin de la souche, on voit sortir souvent de terre de petites feuilles, provenant des stolons, dont nous dirons quelques mots plus bas. Quelquefois j'ai rencontré de ces petites feuilles, dont la moitié seulement fut verte et l'autre moitié tout-à-fait, ou presqu'entièrement, blanche. Les figures 2*a* Pl. XIX et 1*a*, de la Pl. XXI, dues au pinseau habile de M. Huysmans, représentent deux de ces cas. Les figures correspondantes 2*b* et 1*b* des mêmes planches, rendent fidèlement l'aspect de ces feuilles après le traitement indiqué et la décoloration dans l'alcool. On voit que les endroits où le bleu de Prusse s'est déposé, correspondent exactement aux parties vertes.

Ces deux petites feuilles ont été coupées et immédiatement soumises au traitement de la méthode dite „comparative". Mais, généralement j'ai coupé les jeunes feuilles au moment où elles commencent à se dérouler, sans m'en servir tout-de-suite. Je les mis avec les pétioles dans l'eau; bien exposées à la lumière, leur développement continue alors, mais plus lentement, ce qui fait que les principes cyanhydriques sont moins vite consommés et, en raison de cela, les contrastes, après le traitement, entre les parties vertes et les parties blanches plus marqués.

Il en a été ainsi pour les fragments de feuilles, représentés dans figures 1*a* Pl. XIX et 1*a*, 2*a* Pl. XX, *avant*; et dans les figures 1*b* et 1*b*, 2*b* des mêmes planches *après* le traitement.

---

1) Ces Annales, 2e série, Vol. VI, p. 91.

L'inspection de ces figures suffit; elle peut se passer de commentaire. On voudra bien convenir qu'elles ont un caractère fort démonstratif.

Il se pourrait que les parties blanches fussent chimiquement trop affaiblies pour donner naissance à de l'acide cyanhydrique. Il n'en est rien cependant. On trouve des exceptions, même assez fréquentes, dans lesquelles il y a un dépot de bleu de Prusse, bien que moins prononcé, dans les parties blanches aussi. Un de ces cas est représenté dans les figures 2*a* et 2*b* de la planche XXI; la partie comprise entre les lignes pointillées dans la figure 2*a* est reproduite, quelque peu grossie, dans la figure 2*b*, telle qu'elle se présentait après le traitement.

Il n'y a qu'une seule explication plausible des faits que nous venons de passer en revue, et elle s'accorde avec ce que nous ont appris les expériences faites sur d'autres plantes à acide cyanhydrique. C'est, qu'il faut des produits de la fonction chlorophyllienne, des hydrates de carbone, pour que l'acide cyanhydrique puisse prendre naissance dans les feuilles.

Dans quelques cas, examinés à cet égard, j'ai trouvé beaucoup de sucre réducteur dans les parties vertes des feuilles de notre *Alocasia macrorhiza*, tandis que les parties blanches n'en contenaient que le long des grosses nervures, mais sans cela pas du tout.

L'explication donnée est coroborée par les résultats de quelques expériences d'étiolement que j'ai entreprises sur l'*Alocasia macrorhiza*.

Après avoir coupé les feuilles, j'ai recouvert mes plantes de grandes caisses. Les premières feuilles qui se développent alors à l'obscurité, renferment, bien que tout-à-fait étiolées, presque toujours de notables quantités d'acide cyanhydrique, qui ne peuvent pas provenir d'un transport de principes cynhydriques du rhizome ou des racines, vers les jeunes feuilles, parce que ces deux organes (à une exception près, qui ne compte pas au point de vue quantitatif) n'en contiennent pour ainsi dire pas. Par contre, les rhizomes ont une forte réserve hydrocarbonée; surtout les bases des gaines foliaires qui entourent l'axe, renferment énormément de sucre réducteur, dont une

partie peut facilement se diriger vers les jeunes feuilles étiolées.

C'est seulement lorsqu'on oblige la plante à continuer son développement à l'obscurité, que l'on obtient des feuilles sans ou avec peu d'acide cyanhydrique.

A maintes reprise j'ai essayé à forcer ces feuilles étiolées, à refaire, ou plutôt à emmagasiner, du CAzH. Dans ce but, j'ai tantôt placé les pétioles dans des solutions de 5 ou de 10 pour 100 de glucose, contenant un demi, 1 ou 3 pour 100 de nitrate; tantôt j'ai fait flotter des morceaux de limbes sur ces solutions — tout cela, bien entendu, à l'obscurité. Mais l'effet de ces tentatives a été presque nul.

De même, j'ai essayé de provoquer la formation d'un dépot de principes cyanhydriques dans les parties blanches des feuilles, en les faisant flotter sur des solutions de glucose (généralement de 10%) contenant entre $^1/_{10}$ et 2 pour cent de nitrate. Malgré toutes sortes de précautions, les résultats de ces expériences ont été fort peu satisfaisants aussi. Une seule fois j'ai constaté une franche apparition de CAzH dans un fragment blanc qui avait flotté, pendant quatre jours, sur une solution de 10% de glucose, avec 0,1% de nitrate de potasse. Mais dans tous les autres cas, très nombreux, le résultat a été négatif.

J'ai divisé des parties blanches qui contenaient passablement de CAzH. (comme celles des figures 2 Pl. XXI) en deux fragments, et j'en ai fait flotter un sur de l'eau et l'autre sur une solution de glucose avec du nitrate. Alors j'ai plusieurs fois vue le CAzH disparaitre du fragment flottant sur l'eau et ne pas, ou presque pas, diminuer sur celui qui flottait sur le glucose.

Il sera permis de rappeler, à la fin du compte-rendu de ces expériences, que chez le *Phaseolus lunatus*, les tentatives faites pour arriver à une accumulation d'acide cyanhydrique, en faisant flotter les feuilles sur des solutions de glucose avec nitrate, n'ont pas non plus abouti. Et pourtant, on arrive avec le Phaseolus à des résultats fort satisfaisants en amenant vers les jeunes feuilles des solutions de glucose (et d'autres sucres) par les pétioles, en présence de nitrates.

Il a été dit plus haut, qu'à une exception près, les rhizomes et les racines de l'Alocasia ne renferment pas de principes cyanhydriques. Cette exception est constituée par les minces stolons qui sortent, par ci, par là, des rhizomes; ce sont les sommets de ces stolons qui présentent la réaction de bleu de Prusse (voy. l'esquisse de la fig. 1 Pl. XXII). La figure 6, un peu grossie, de la même planche, montre que le bleu de Prusse se trouve dans le „point végétatif", ou tout près, et dans les écailles intérieures qui recouvrent le stolon. La plupart des stolons produit, après un certain temps, un renflement au sommet (fig. 2, 3, 4 Pl. XXII); l'allongement s'arrête et il se forme une espèce de bulbille. Pendant cette transformation en bulbille le dépot de corps à acide cyanhydrique s'épuise et disparait. Dans un stade transitoire, les écailles intérieures presentent encore une certaine réaction (fig. 7, Pl. XXII) mais lorsque tout allongement a cessé et qu'il n'y a plus de tissu méristématique proprement dit, il n'y a plus de réaction du tout (voy. la partie centrale de la figure 8). Dans quelques écailles du bulbille il nait des stolons secondaires (fig. 5) à croissance active; dans les régions terminales de celles-ci il y a de nouveau une belle réaction de bleu de Prusse.

Dans mon premier mémoire sur l'acide cyanhydrique dans les plantes j'ai signalé, pour différents organes du *Pangium edule*, la présence de „cellules spéciales", usines locales d'acide cyanhydrique et en même temps dépots spéciaux de matière albuminoïde [1]).

Le cas fourni par les sommets des stolons de l'*Alocasia macrorhiza* rappelle les „cellules spéciales" du Pangium, en tant que dans les stolons aussi, l'acide cyanhydrique se montre là où il y a formation de substances protéiques. D'autre part, il est impossible d'entrevoir la raison pour laquelle le point végétatif des racines et même celui de l'axe principal du même Alocasia ne montre pas d'acide cyanhydrique.

La partie précédente de ces recherches contient l'énumération

---

1) Annales Vol. XIII, p. 23—26.

de six espèces d'Alocasia qui renferment du CAzH [1]). Je suis aujourd'hui à même d'ajouter à cette liste les espèces suivantes:

Alocasia Watsoniana Masters
„ *celebica* Engl.
„ *Augustiana* Lind. et Rod.
„ *Veitchii* Schott.
„ *indica* Schott.
„ *nobilis* Hall.f.
„ *pubera* Schott.
„ *longiloba* Schott.
„ *arifolia* Hall.f.

Je puis ajouter que le genre *Schizocasia* compte aussi parmi ceux où l'on trouve de l'acide cyanhydrique (*Schizocasia Portei* Schott.).

b. *Hevea brasiliensis* Müll. Arg.

Il y a 17 ans déjà que M. VAN ROMBURGH a signalé ici la présence d'acide cyanhydrique dans l'*Hevea brasiliensis*, notamment dans les feuilles et dans les graines, en ajoutant que plusieurs de ses observations tendaient à démontrer que la plante renferme un glucoside, dont le dédoublement fournit du CAzH et de l'acétone [1]). Nous savons maintenant que ce glucoside est indentique à la „phaséolunatine" ou „linamarine."

Je dispose de nombreuses données sur la teneur en acide cyanhydrique des feuilles d'Hevea. Les plus grandes quantités, trouvées dans les jeunes feuilles (les toutes jeunes feuilles, rougeâtres, renferment sensiblement moins que les feuilles un peu plus âgées) d'Hevea, sont, en pour 100 du poids des feuilles fraiches: 0,161; 0,152; 0,151; 0,132; 0,129; 0,127; 0,126; 0,122. Dans les feuilles adultes les proportions varient généralement entre 0,032 et 0,070 pour 100. Dans de vieilles feuilles nous

---

1) Annales 2e série, Vol. VI, p. 91.

2) Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin over het jaar 1892. Batavia 1893, p. 62. Voy. aussi: P. VAN ROMBURG, Notes phytochimiques, Ces Annales, 2e série, Vol. I, p. 1—3.

avons trouvé, par exemple, 0,021; 0,018; 0,010 °/₀. Avant de tomber elles perdent tout leur CAzH.

Lors d'une visite faite, il y a deux ans, aux „Federated Malay States" dans la presqu'ile de Malacca, j'ai pris plusieurs fois des renseignements sur la possibilité de trouver des Hevea à feuilles panachées. On me répondit, n'en avoir jamais vu. Continuant mon voyage, je fus plus heureux de l'autre coté du détroit de Malacca. Dans la plantation de M. Th. L. A. Runge à Deli-Toewa, non loin de Medan, dans l'Est de Sumatra, il y avait dans les pépinières deux pieds d'Hevea franchement panachés. Avec une parfaite amabilité, pour laquelle je lui réitère ici mes sincères remerciements, M. Runge m'a non seulement cêdé ces deux plantes, mais il a bien voulu encore en soigner l'emballage et l'expédition, de sorte qu'elles sont arrivées ici en bon état. Ce sont ces deux pieds qui m'ont mis en état, dans la suite, de faire les observations suivantes.

Chez ces deux Hevea la panachure n'était pas aussi prononcée que dans l'Alocasia, en tant que les parties claires des feuilles n'étaient pas blanches mais le plus souvent d'un jaune verdâtre. Aussi, il m'est arrivé plusieurs fois de ne presque pas trouver de différence en bleu de Prusse entre ces parties et les parties vertes. Dans d'autres cas, par contre, nombreux aussi, les différences étaient bien marquées.

La planche XXIII représente trois de ces cas, fidèlement dessinés d'après nature par M. Huysmans. Dans les figures 1*a*, 2*a*, et 3*a* on voit les feuilles *avant*, et dans les figures correspondantes 1*b*, 2*b* et 3*b*, *après* le traiterent suivi dans la méthode comparative. Je crois pouvoir me borner à renvoyer à ces figures, sans rien y ajouter. Signalons seulement, en passant, un fait qu'elles montrent très bien et qui est fréquent dans les feuilles à acide cyanhydrique, savoir que la réaction de bleu de Prusse est de beaucoup la plus prononcée le long des nervures.

Sur un des deux pieds la panachure est devenue toujours plus forte ici à Buitenzorg. C'est lui qui m'a fourni plusieurs fois des feuilles moitié vertes et moitié blanches, comme celles

figurées, avant et après le traitement, en bas sur la planche XXII (fig. 9*a*, 9*b* et 10*a*, 10*b*).

En somme, les feuilles panachées de l'*Hevea brasiliensis* ne sont pas loin de constituer un objet tout aussi démonstratif que celles de l'*Alocasia macrorhiza*.

4.

Prunus javanica Miq.

Le *Prunus javanica* est encore une plante, signalée comme telle par M. VAN ROMBURGH [1]).

Dans la partie précédente de ces „Nouvelles recherches" il ne se trouve que quelques données sur cette plante. La plus importante est que des feuilles sur le point de tomber ne renfermaient plus que 0,004 °/₀ de CAzH. [2]).

Depuis, nous nous sommes longement occupés ici du *Prunus javanica* qui s'est trouvé être avec la *Pangium edule*, la plante qui contient le plus d'acide cyanhydrique, de tous les végétaux étudiés jusqu' ici à cet égard.

Commençons par donner le résultat d'un certain nombre de nos dosages.

Age des feuilles:	*CAzH, en pour 100 du poids des feuilles fraiches.*
très jeunes	0,524
„	0,504
„	0,483
„	0,474
„	0,442
„	0,429
„	0,421

1) Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1897. Batavia 1898, p. 37. Voy. aussi »Notes phytochimiques," loc. cit.. p. 15.

2) Loc. cit., p. 81.

jeunes	0,353
„	0,322
„	0,318
„	0,315
„	0,312
„	0,299
demi-adultes	0,255
„	0,239
„	0,233
„	0,230
„	0,204
„	0,200
adultes (jeunes)	0,186
„	0,170
„	0,165
adultes.	0,136 [1])
„	0,133
„	0,128
„	0,117
âgées (coriaces).	0,092
„	0,079
„	0,071
„	0,070
„	0,056
„	0,045
„	0,038
„	0,020

Dans un de ses travaux M. Guignard a dit: „Chez les Rosacées, qui ne sont pas comprises dans le nombre des plantes étudiées par M. Treub (sauf une seule espèce, le *Prunus javanica*) le rôle des glucosides en question n'a pas encore été suffisam-

1) Moyenne de dosages de 10 lots de feuilles, à peu près du même âge.

ment étudié; mais il y a tout lieu de penser qu'ils interviennent aussi dans la nutrition." [1])

Déjà la simple inspection du tableau précédent ne laisse guère de doute qu'il en soit, en tout cas, ainsi pour le *Prunus jamaica*. L'influence de l'âge de la feuille sur la teneur en acide cyanhydrique, ne saurait être plus marquée.

Naturellement, je n'ai pas manqué d'étudier l'effet de changements d'éclairage sur les proportions de CAzH chez les feuilles de notre Prunus, bien qu'il n'y avait pas lieu d'augurer favorablement de ces tentatives, parce que les travaux de M. VERSCHAFFELT, de M. VAN DE VEN et de Mlle ZYNEN WARTÈL [2]) nous ont appris que les Prunus, en géneral, sont, pour des raisons inconnues, fort peu sensibles à la mise à l'obscurité, au point de vue qui nous occupe.

D'accord avec ces prévisions, les résultats obtenus sont beaucoup moins nets que ceux fournis par d'autres plantes. Nonobstant, il y en a eu quelques uns de positifs.

Comme toujours, on a commencé par déterminer la teneur en CAzH de moitiés de feuilles, au moment de mettre les plantes à l'obscurité, pour faire un nouveau dosage sur les autres moitiés, après le séjour à l'abri de la lumière.

Plantes mises a l'obscurité.

nombre de jours:	*CAzH en pour 100 du poids des feuilles fraiches:*	
	proportion initiale:	proportion àpres le séjour à l'obscurité:
8	0,177	0,133
7	0,172	0,129
8	0,181	0,158
9	0,163	0,141
7	0,107	0,086

1) L. GUIGNARD, Recherches physiologiques sur la greffe des plantes à acide cyanhydrique. Ann. d. Sc. Nat. Bot. 9e Série, T. VI. 1907, p. 274, 275.

2) J. VERSCHAFFELT, Versl. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam, 12 Jan. 1902. VAN DE VEN, Over het Cyaanwaterstofzuur bij de Prunaceae, Dordrecht, 1898. Mlle ZYNEN WARTÈL, Phytochemische waarnemingen over Cyaanwaterstof, Amsterdam, 1906.

Quoique pas considérable, la diminution montrée par les derniers dosages est assez marquée. Il est vrai qu'on pourrait l'attribuer, en partie du moins, à la diminution normale que subit la proportion d'acide cyanhydrique dans les feuilles de notre Prunus, à mesure qu'elles avancent en age. Toutefois, il est à remarquer, d'abord, que le séjour à l'obscurité n'a été que de peu de durée, et ensuite, que dans ces expériences on n'a pas seulement pris les moitiés de jeunes feuilles mais aussi celles des feuilles adultes et vieilles, dont l'acide cyanhydrique ne diminue que lentement, surtout chez des pieds cultivés dans des pots et, par là, à croissance lente.

Des plantes replacées à la lumière, après avoir séjourné à l'obscurité, perdent souvent les feuilles les plus âgées et alors toute comparaison est faussée.

Dans une expérience, les moitiés des feuilles de cinq plantes renfermaient, après être restées 7 jours à l'obscurité, 0,151 % de CAzH, et les moitiés correspondantes, après 14 jours à la lumière: 0,156 %.

Dans une seconde expérience, faite de nouveau avec 5 plantes, les premières motiés contenaient, après 9 jours à l'obscurité, 0,129 % de CAzH, et les motiés correspondantes, après 11 jours à la lumière: 0,163 %.

En définitive, l'ensemble des résultats obtenu dans ces expériences indique que la lumière influe de la même manière sur la formation de l'acide cyanhydrique dans la *Prunus javanica*, que dans les autres plantes étudiées jusqu'aujourd'hui, mais la conclusion est beaucoup moins probante.

Mlle Zynen Wartèl a rappelé d'anciennes expériences de Léonard, sur le *Prunus Laurocerasus*, dont la teneur en glucoside cyanhydrique augmente sensiblement sous l'influence de la lumière [1]).

L'augmentation ou la diminution de l'acide cyanhydrique des feuilles, et les conclusions que l'on en tire sur le rôle de

1) Zynen Wartèl, loc. cit. p. 20 (Léonard, Journ. de Pharmacie et de Chimie, Série 4, T. 25, 1877).

ce corps dans la plante, se rapportent au principe lui-même, indépendamment de la forme sous laquelle il est engagé, ou non-engagé. Personne ne détermine les quantités de glucosides à acide cyanhydrique (ou de cyanhydrines); on ne fait que le dosage du seul CAzH, qui se dégage dans les conditions de l'expérience. C'est ce qu'il sagit de ne pas oublier.

Mais, cela n'empêche pas, qu'en tenant compte de ces conditions, on peut tacher de se faire une idée sur la forme sous laquelle le principe se trouve dans la plante. Est-il engagé sous forme glucosidique ou non? Voila surtout la question qui se pose. Et, pratiquement, elle revient à une autre question, savoir: l'action enzymatique est-elle arrêtée oui ou non, dans les conditions de l'expérience?

Revenons après cette courte digression, à nos feuilles de *Prunus javanica*.

On introduit une petite quantité de toutes jeunes feuilles — 5 gr. suffisent, vu la forte teneur en principes cyanogènes — dans un récipient; on verse rapidement de l'eau bouillante sur les feuilles; en même temps on met une flamme sous le ballon et l'on fait traverser le liquide par de la vapeur d'eau [1]). Opérant ainsi, il se dégage entre la moitié et trois quarts de tout l'acide cyanhydrique que les feuilles contiennent.

Les toutes jeunes feuilles étant minces et tendres, les enzymes doivent, de la sorte, être presqu'immédiatement tuées. Aussi est on enclin à conclure de cette expérience, que j'ai répétée et fait répéter un très grand nombre de fois, que le principe en question se trouve dans les feuilles, en majeure partie sous une forme non-glucosidique; d'autant plus que des fragments de vieilles feuilles, épaisses et coriaces, qui doivent forcément mettre beaucoup plus de temps pour arriver à la température de l'eau bouillante, ne donnent, dans exactement les mêmes conditions, que le cinquième de tout leur acide cyanhydrique.

Malgré les apparences, cette conclusion ne serait pas justifiée. Quand on change l'expérience, de façon à ne pas verser l'eau

---

1) Pour les détails du dispositif voy. ces Annales, 2e Série, Vol. VI, p. 88, 89 et Pl. I.

bouillante *sur* les feuilles, dans un ballon froid, mais de jeter subitement la petite quantité de toutes jeunes feuilles *dans* 200 cent. cub. d'eau bouillante, en évitant soigneusement toute perte d'acide cyanhydrique, le résultat est bien différent. La quantité de CAzH qui se dégage est alors beaucoup plus petite.

Je me permettrai de reproduire, d'après mes annotations, le détail d'une expérience.

Le 9 Février 1908, je récoltai de jeunes feuilles de notre Prunus et j'en fis deux lots, aussi égaux que possible, avec des moitiés de feuilles en coupant les limbes le long de la nervure médiane.

Le premier lot, pesant 5,75 grammes fut introduit dans le ballon. L'eau bouillante versée dessus, il subit le traitement subséquent indiqué. La distillation terminée, le titrage prit 22,83 cc. de $AgAzO_3$ ($^1/_{100}$ norm.) ce qui revient à 0,214 % de CAzH. Après refroidissement, de l'émulsine fut ajoutée. Une seconde distillation le lendemain donna 0,204 % (21,77 cc. $AgAzO_3$, $^1/_{100}$ norm.). Cela fait ensemble une proportion totale de 0,418 % de CAzH.

Le second lot fut jeté subitement, avec les précautions nécessaires, dans un ballon contenant de l'eau en forte ébullition. La distillation terminée, il ne me fallait que 4,63 cc. de $AgAzO_3$ ($^1/_{100}$ norm.) ce qui revient à 0,042 % de CAzH. Pour la seconde distillation, le lendemain (aprés l'action de l'émulsine) le titrage prit 40,5 cc. de $AgAzO_3$, $^1/_{100}$ norm., ce qui fait 0,368 % de CAzH. La proportion totale d'acide cyanhydrique dans le second lot se trouvait donc être: 0,410 %, ce qui correspond si bien avec la teneur du premier lot, que l'on est en droit d'admettre qu'en effet toute perte d CAzH fut évitée.

Deux conclusions s'imposent. D'abord, que déjà dans de très jeunes feuilles du *Prunus jamaica*, de beaucoup la plus grande partie de l'acide cyanhydrique est engagé sous forme glucosidique (probablement comme de l'amygdaline, de la prulaurasine ou peut-être de l'amygdonitrile-glucoside [1]). Ensuite, qu'en ver-

1) Trouvé par M. Hérissey dans le *Cerasus Padus*, voy. Journ. de Pharm. et de Chimie du 1 Septembre 1907, p. 198.

sant de l'eau bouillante sur les jeunes feuilles, il faut qu'une action enzymatique des plus énergiques se manifeste dans un temps extrêment court (presqu' aussi vite qu'une réaction chimique ordinaire); ce qui est contraire aux notions courantes sur le mode d'action des enzymes.

Dans d'autres expériences comme celle relatée en détail, nous avons trouvé dans la première distillation: 0,037; 0,029; 0,038 pour 100 de CAzH.

En traitant les jeunes feuilles par de l'alcool absolu bouillant, il s'est dégage, par exemple: 0,028; 0,039; 0,018; 0,037; 0,025; 0,045 % de CAzH.

Dans quatre expériences que M. DE JONG a bien voulu faire pour moi à de basses temperatures, qui empêchent l'action enzymatique [1]), de jeunes feuilles ont données: 0,014; 0,020; 0,017; 0,017 pour 100 d'acide cyanhydrique.

A tout prendre, il faut admettre qu'une très petite partie de l'acide cyanhydrique se trouve dans les jeunes feuilles du *Prunus javanica* sous forme non-glucosidique; probablement, de l'avis de M. DE JONG, comme benzaldehyde-cyanhydrine.

Dans la partie précédente de ces „Nouvelles recherches" il a été décrit, comment, lorsqu'on verse sur des feuilles de *Phaseolus lunatus* et de *Pangium edule* des solutions salines bouillantes ou bien de l'alcool absolu bouillant, la quantité d'acide cyanhydrique qu'on obtient est beaucoup plus petite, surtout avec l'alcool, que lorsqu'on employé de l'eau bouillante [2]).

Renseignés par la marche des expériences chez le *Prunus javanica*, nous avons appliqué, mon assistant M. ZEYLSTRA et moi, le même *modus operandi* aux feuilles de quelques autres plantes et il s'est trouvé que, là aussi, il se dégage beaucoup

---

1) De la même manière que dans ses recherches: »Sur la présence d'acide cyanhydrique libre ou très faiblement combiné dans les feuilles du Pangium edule". Ann. Buitenz. 2e série, Vol. VII, p. 5—15.

2) Loc. cit p. 93—100.

moins d'acide cyanhydrique lorsqu'on jette rapidement des fragments de feuilles *dans* l'eau bouillante, au lieu de verser de l'eau bouillante *sur* les feuilles.

Il parait, par conséquent, qu'en général l'action des enzymes des feuilles sur les corps cyanhydriques qu'elles renferment est non seulement très énergique, mais surtout qu'elle se manifeste subitement, ce que je n'avais pas cru pouvoir admettre autrefois.

Je me propose de revenir la-dessus dans un travail d'ensemble, que j'ai l'intention de consacrer à l'acide cyanhydrique dans le monde végétal. Mais je tiens beaucoup à dire, déjà ici, être maintenant de plus en plus convaincu du bien fondé de la manière de voir de M. Guignard, qui a toujours considéré le glucoside comme corps cyanhydrique absolument prédominant, non seulement dans les graines, mais aussi dans les feuilles.

5.

Quittant Java sous peu, pour ne plus y revenir, il est presque certain que le présent article sera le dernier, à paraitre dans les Annales de Buitenzorg, de ma main, sur les plantes tropicales à acide cyanhydrique.

Cela étant, on ne m'en voudra pas de consacrer encore quelques mots au rôle de ce principe dans les plantes vertes, thème duquel je me suis si souvent occupé ici, ainsi qu'à l'état actuel de la question.

C'est le 23 Février 1895 que fut terminé la rédaction de mon travail sur le *Pangium edule*, dans lequel j'arrivai, pour cette plante, aux principales conclusions suivantes:

„L'acide cyanhydrique joue un certain rôle dans l'alimentation".

„L'acide cyanhydrique est substance plastique de matière albuminoïde".

„La présence d'hydrates de carbone est condition sine qua non pour la formation de l'acide cyanhydrique".

„La présence de substances inorganiques, amenées du sol par la sève ascendante, constitue la seconde condition de laquelle dépend la formation de l'acide cyanhydrique".

Les observations et les investigations faites, depuis, sur d'autres plantes à acide cyanhydrique, n'ont pas infirmé ces conclusions. Au contraire, elles se sont trouvées applicables dans un sens plus général.

Pour quiconque se place à un point de vue impartial, il n'est guère douteux, à l'heure actuelle, ce me semble, que l'acide cyanhydrique joue un rôle, probablement fort important, dans la nutrition de la plante.

D'autre part, les expériences et les observations faites sur un certain nombre de plantes, tendent de plus en plus à faire considérer la présence d'hydrates de carbone comme une des conditions de la synthèse de l'acide cyanhydrique dans la plante. L'étude, jusqu'ici d'un petit nombre de plantes, il est vrai, tend à affermir aussi la conclusion, que c'est l'azote inorganique qui est nécessaire à cette synthèse.

Inutile de dire qu'il faudra de nombreuses recherches encore, pour consolider la portée générale de ces conclusions.

J'ai cru „ne pas me départir de la prudence nécessaire en pareille matière", en admettant, comme explication la plus simple et la plus naturelle: *que l'acide cyanhydrique est le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote, et peut-être même le premier composé organique azoté qui se forme.*

Il y a tout lieu, aujourd'hui, de maintenir cette explication des faits constatés. Seulement, j'insiste de nouveau sur sa nature hypothétique; caractère que je n'ai jamais manqué de mettre en avant.

Aussi longtemps que nous ne connaissons ni les conditions intrinsèques sous lesquelles l'acide cyanhydrique prend naissance dans la plante, ni les transformations que ce principe et ses composés y subissent, il ne peut-être question que d'une hypothèse.

Hypothèse du domaine de la physiologie expérimentale, mais qui ne rencontre pas d'objections au point de vue chimique [1]),

1) Parmi les publications chimiques récentes je me permettrai de citer: G. André, Chimie Végétale, Paris, 1909, p. 224; F. Hueppe, Ueber Assimil. d. Kohlensäure durch Chlorophyllfreie Organismen, dans: Résultats Scientifiques du Congrès international

et qui peut, en tout cas, avoir le mérite, de donner un point de départ et d'indiquer une direction aux recherches à faire.

L'assimilation de l'azote par la plante verte, est un phénomène trop fondamental, pour ne pas admettre qu'il débute partout de la même manière. Aussi, peut-on invoquer en faveur de mon hypothèse que le nombre de plantes pour lesquelles on constate la présence d'acide cyanhydrique va continuellement en augmentant. Mais, il faudra toujours expliquer comment dans la grande majorité des plantes, le métabolisme ne comporte *pas* d'arrêt au stade cyanhydrique.

Buitenzorg, le 17 Juin 1909.

---

de Botanique, Vienne 1905, Jena, G. FISCHER, 1906, p. 213—215; un travail de MM. GIAMICIAN et SILBER, publié en 1906, dans les Comptes-Rendus de l'Académie dei Lincei, cité par M. GOLA, dans son aperçu: »L'acido cianhidrico e i glucosidi cyanogenetici nel Regno Vegetale", extrait du »Supplemento all' Encyclopedia di chimica" Vol. XXXIII, 1907, p. 77.

M. LATHAM a été un des premiers à assigner, au point de vue théorique, un rôle important à l'acide cyanhydrique dans la genèse des substances protéiques. Ce savant est revenu récemment à la question dans quelques remarquables articles, publiés dans »The Bio-Chemical Journal" de 1908 (Numéros de Mai et de Juin, Vol. III, 4, 5).

1.

2 a.

2 b.

2 c

2 d.

7 a.

7 b.

6.

3.

7 c.

7 d.

10.

8.

9.

11.

R.Natadipoera et J.J.S. del.

fa P.W.M Trap in gr.

13.

14.

12.

15 a

15

R.Natadipoera et J.J.S.del.

d
i
k
f
o
g
h
c
l
m
n
e
a
17.

18

19.

20.

21.

24.

22.

23.

R. Natadipoera del.

fa P.W.M. Trap impr.

Photo Huysmans.

Fig. 4.

Photo Huysmans.

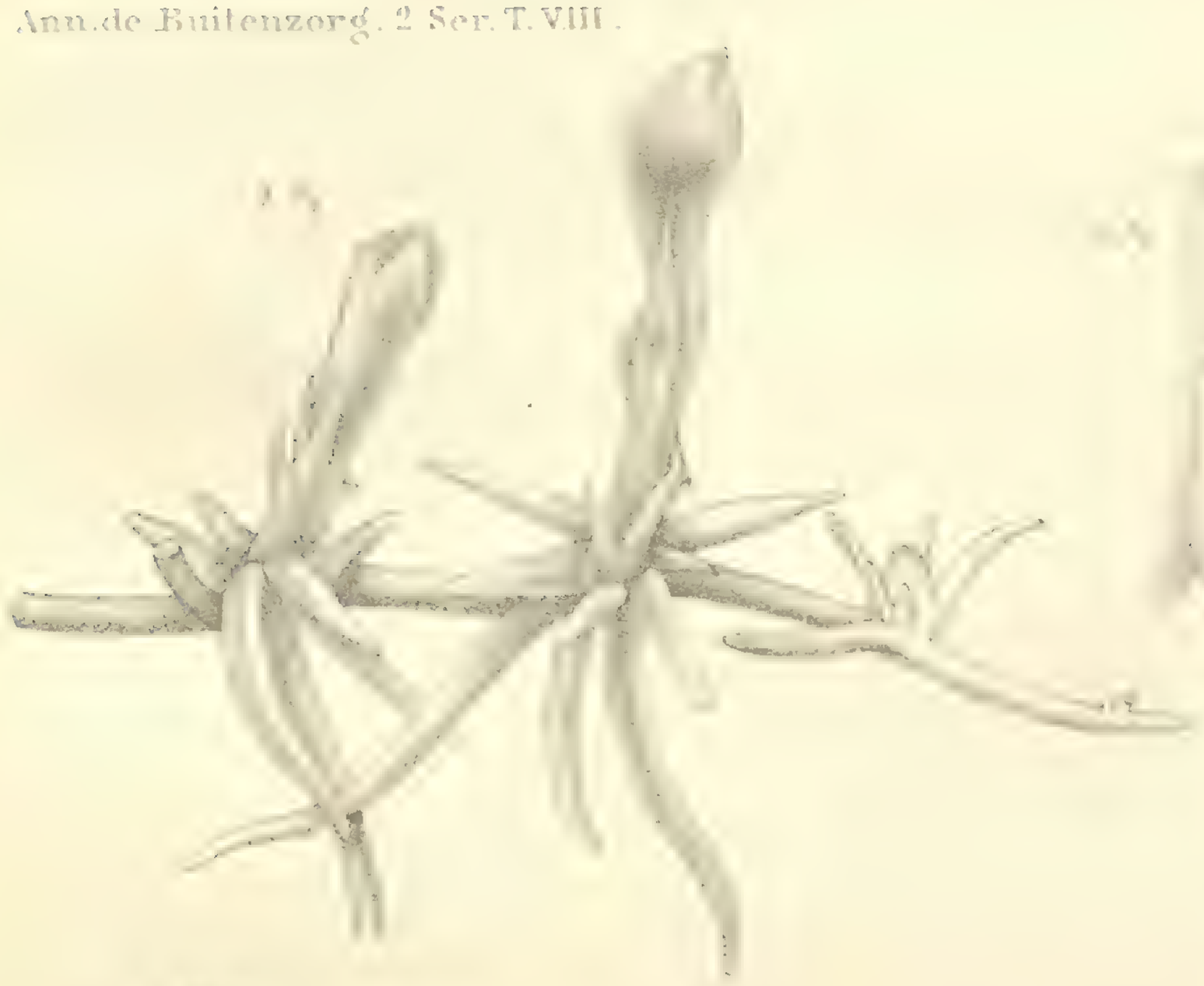
Fig. 5.

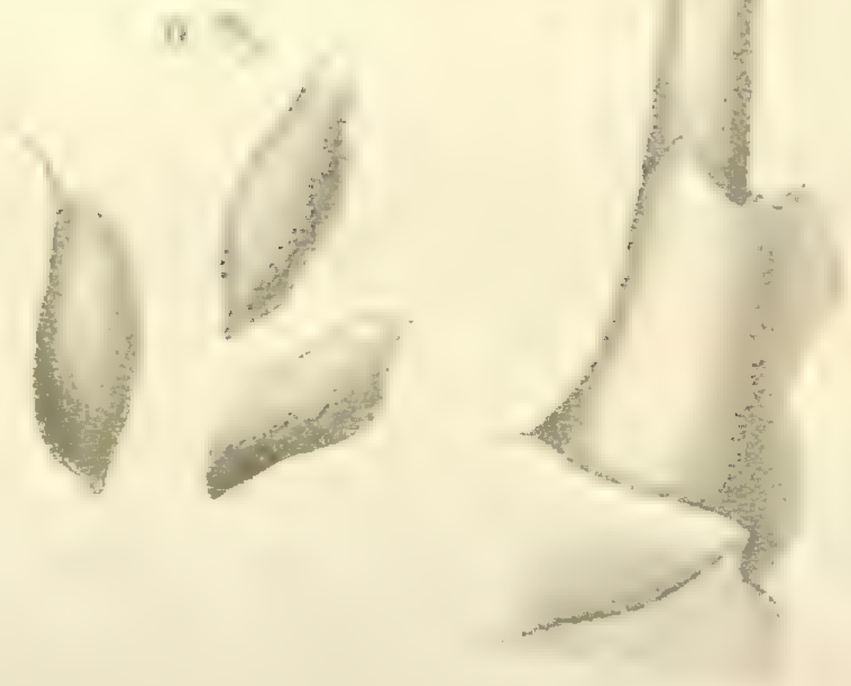
Photo Huysmans.

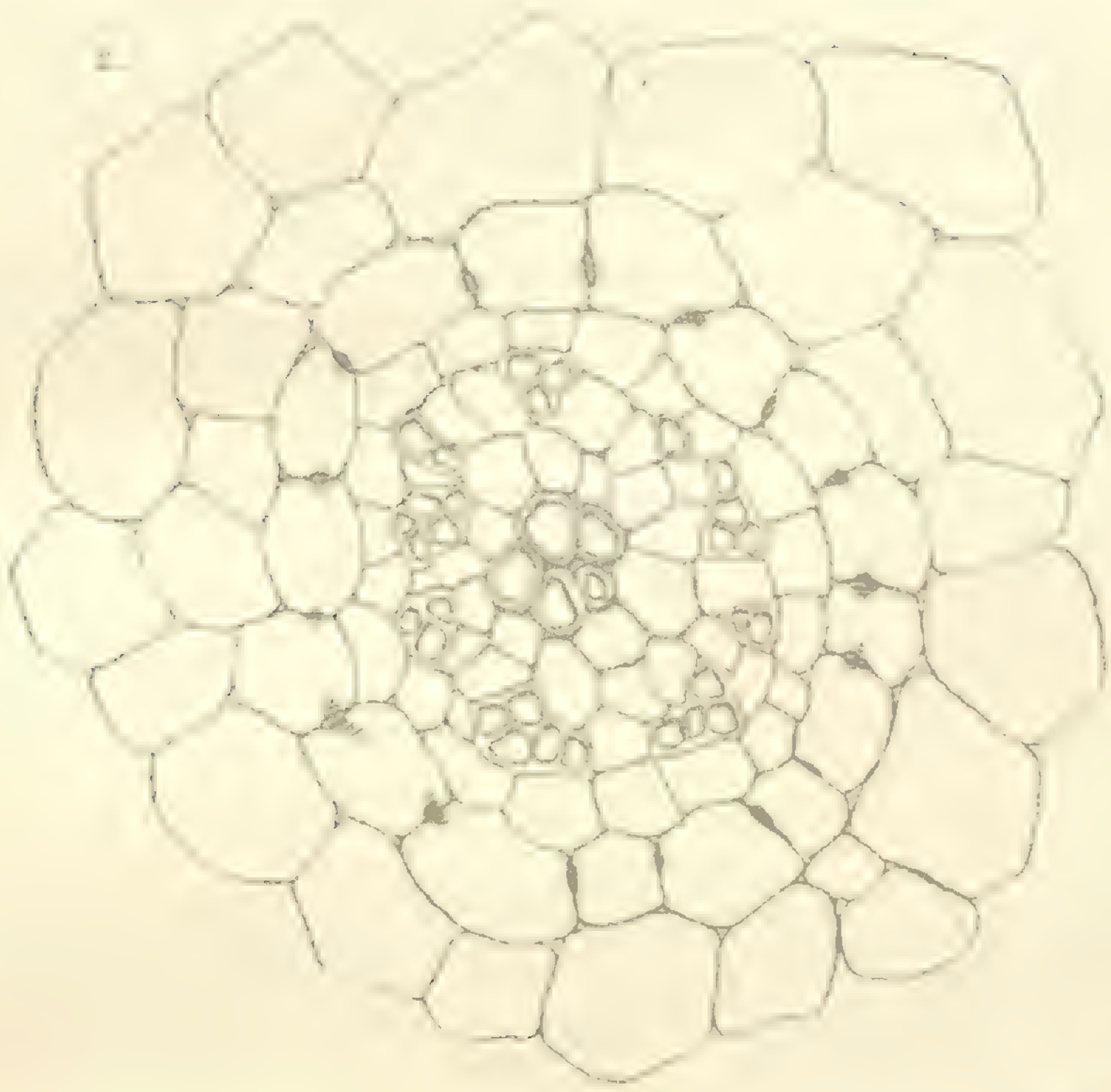
Fig. 16.

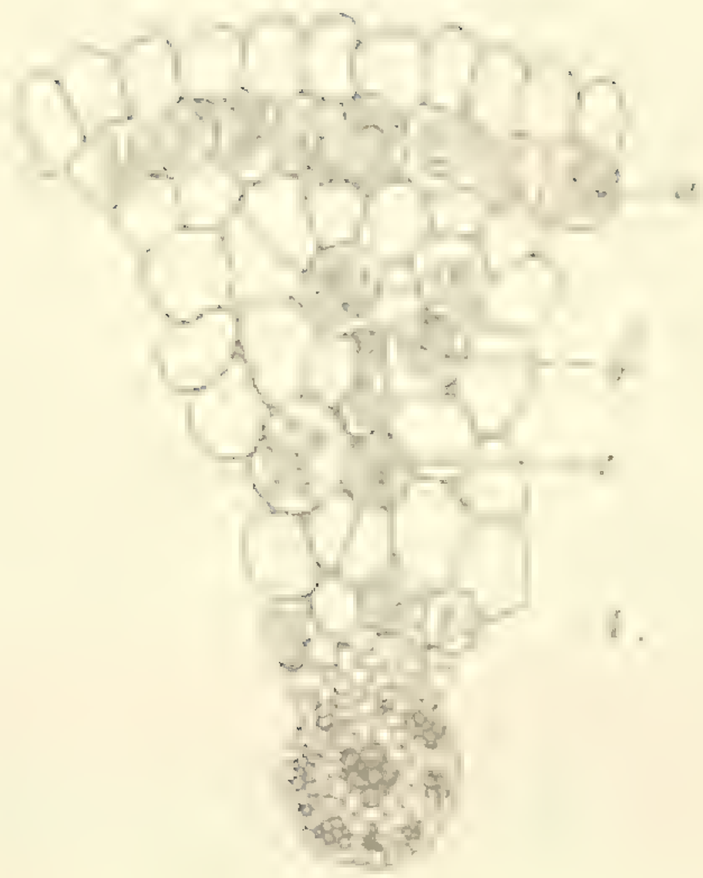
Vergr. $\frac{2}{1}$.

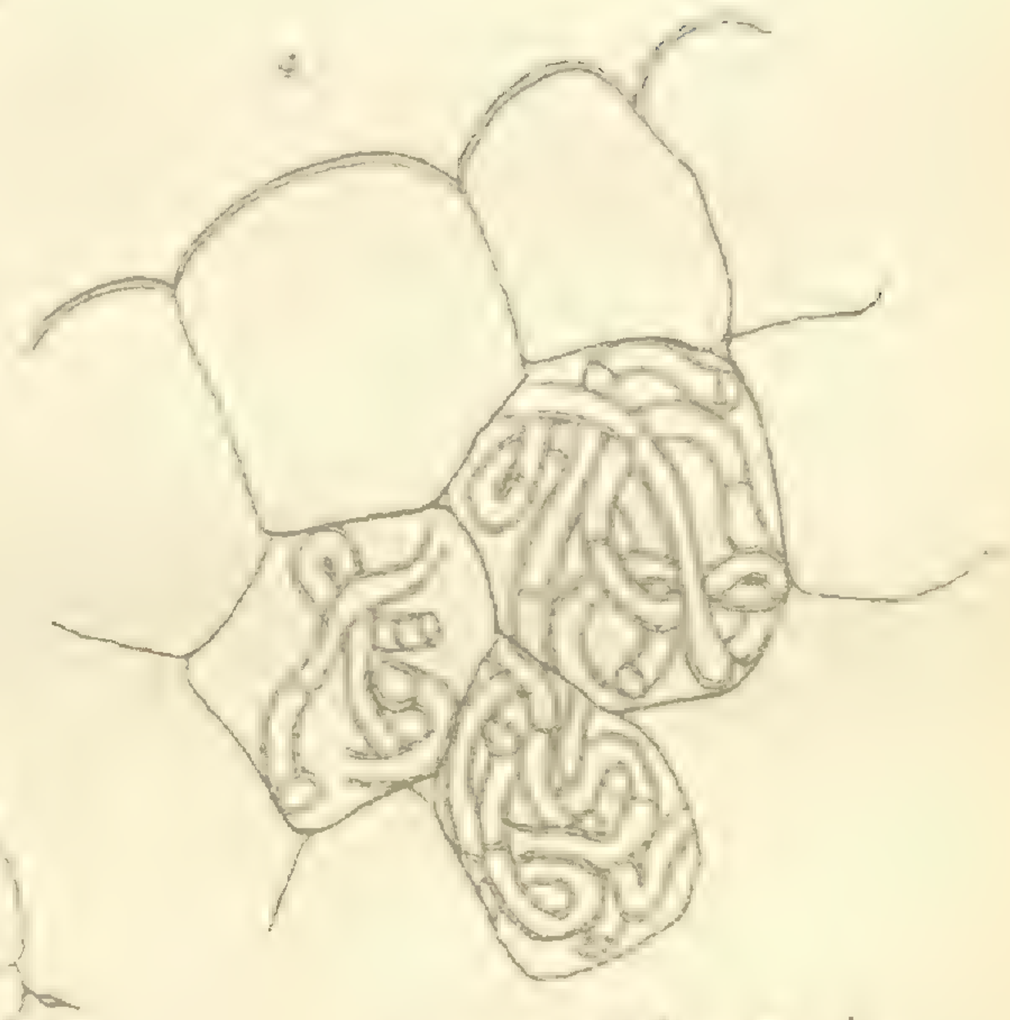
S. W. Huysmans del. Fa. P. W. M. Trap impr.

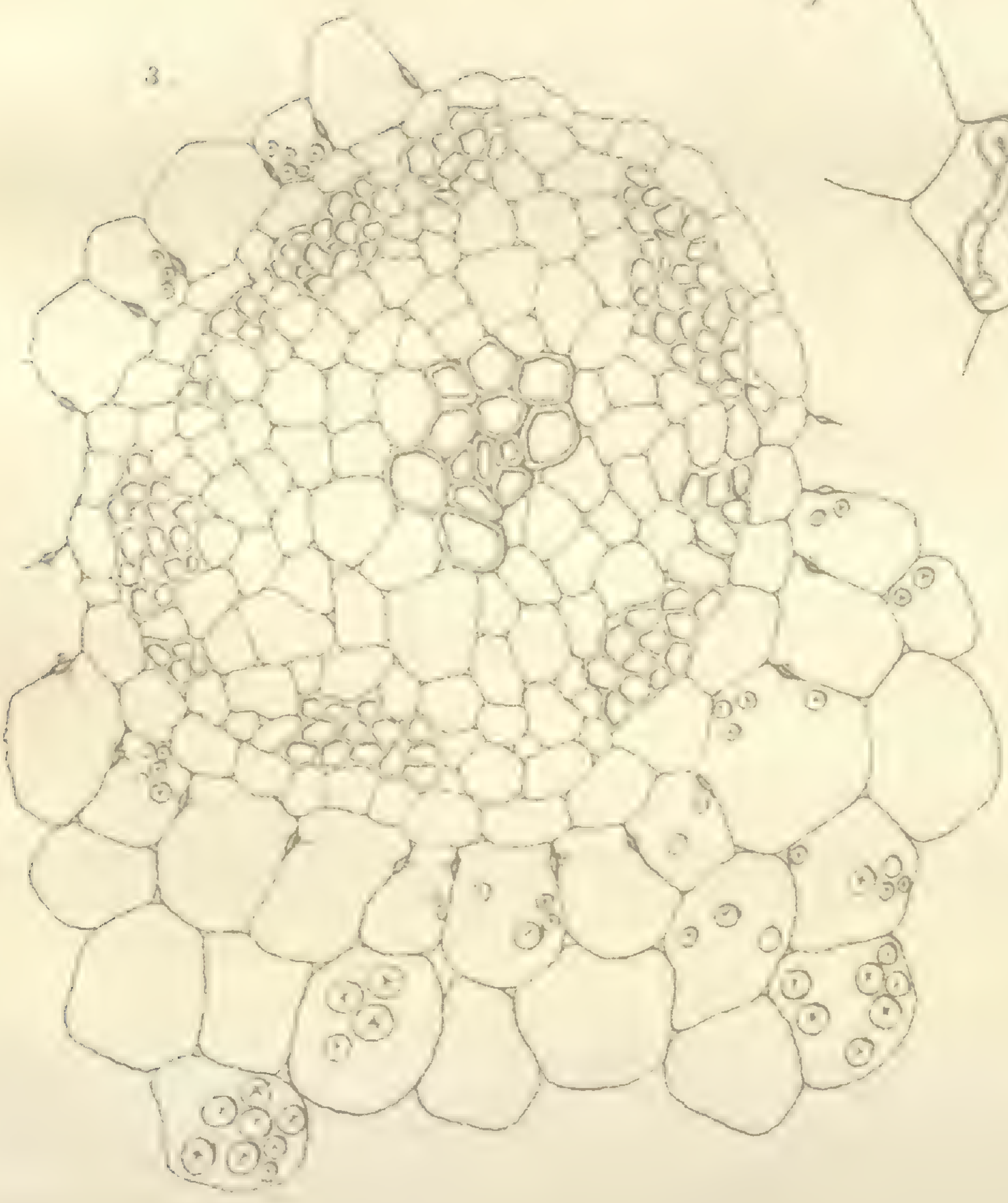


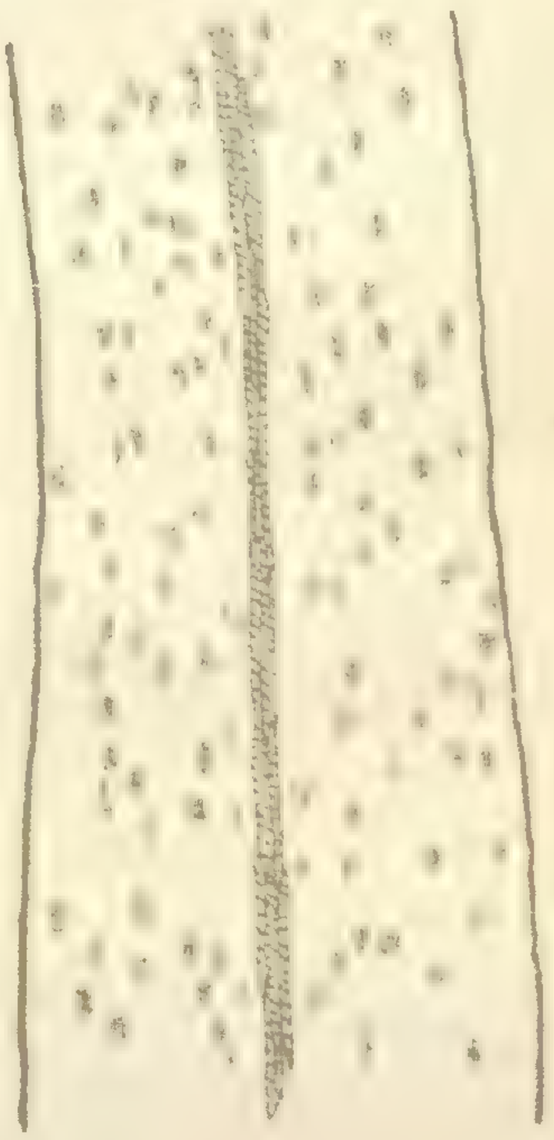




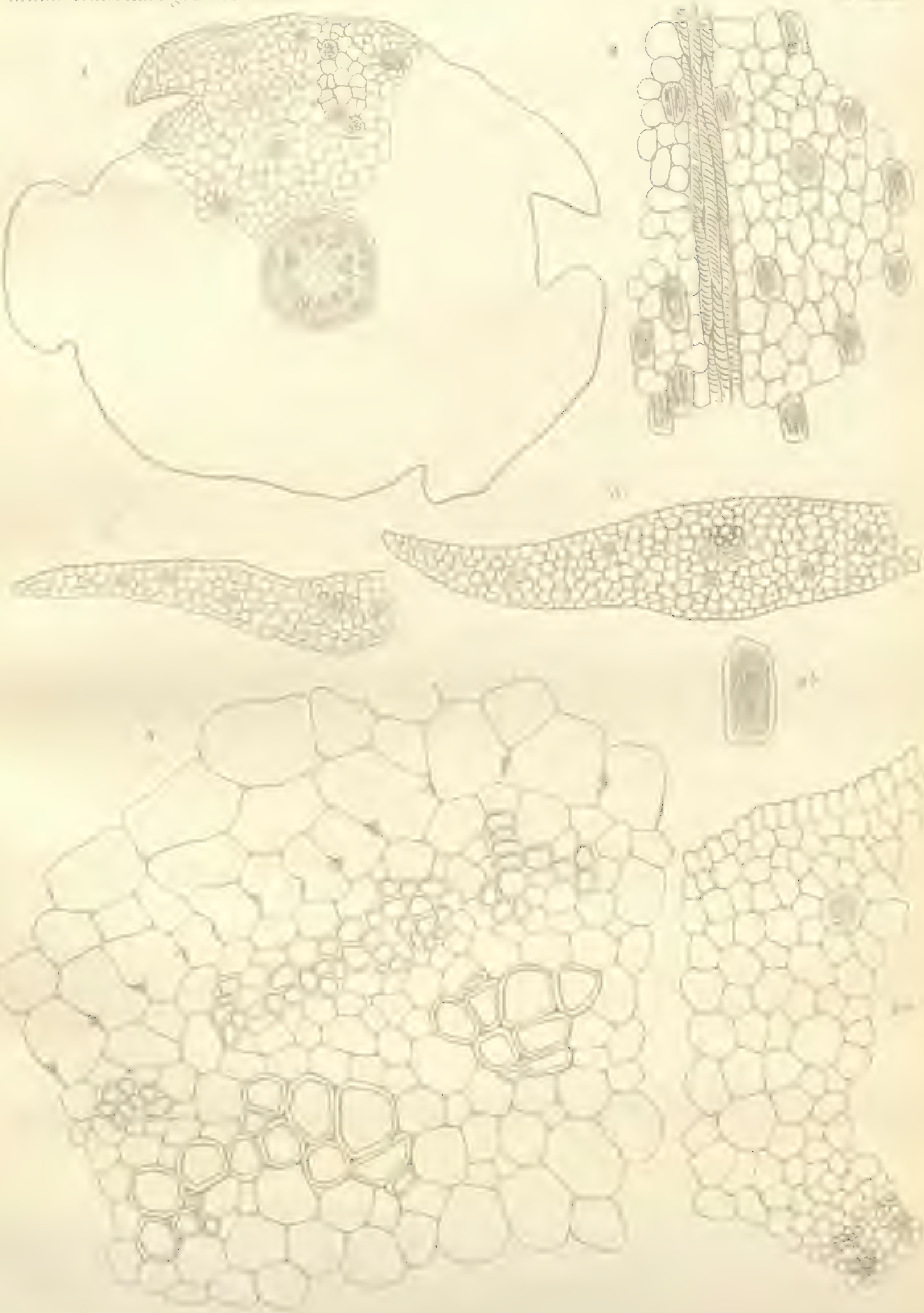


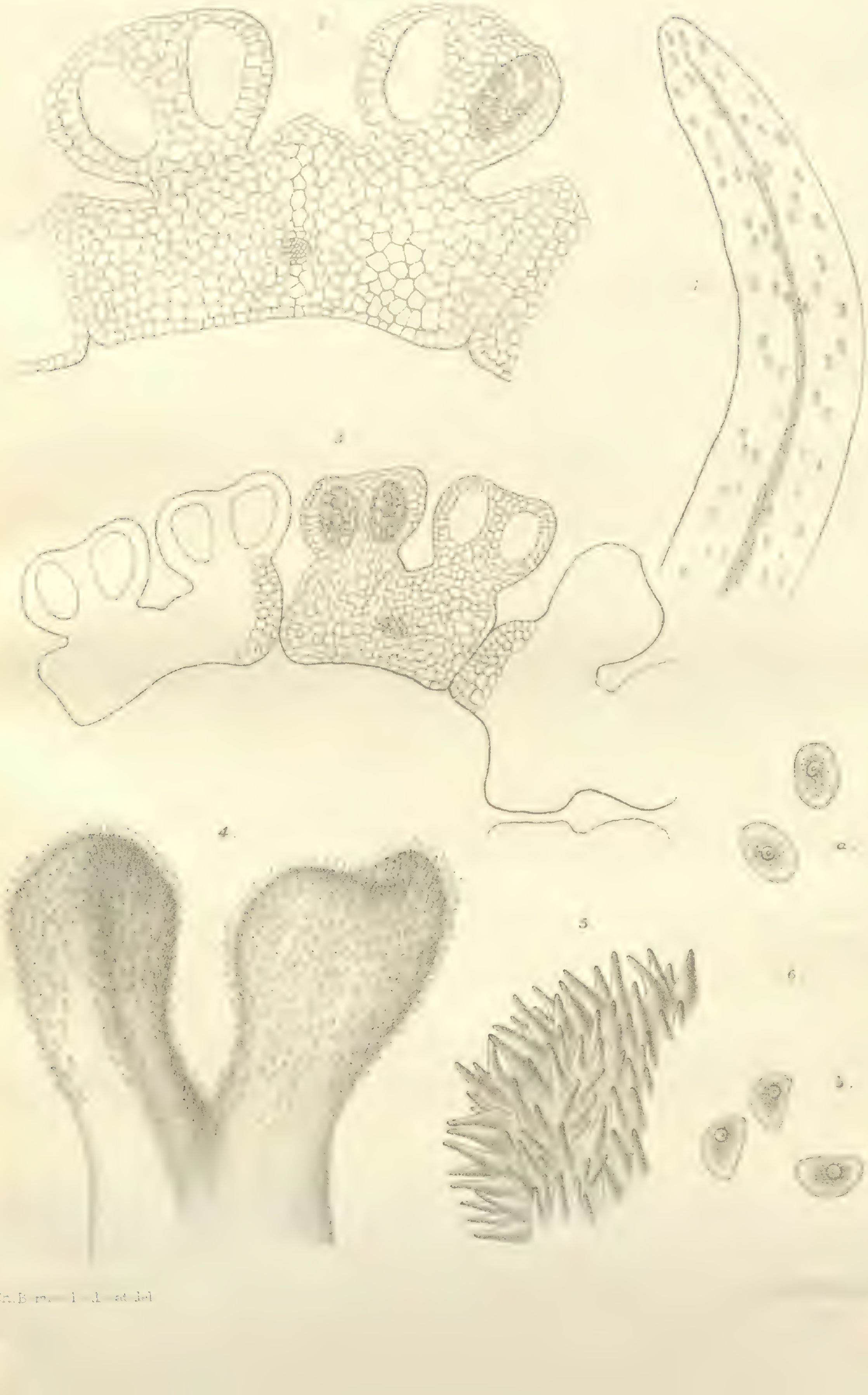




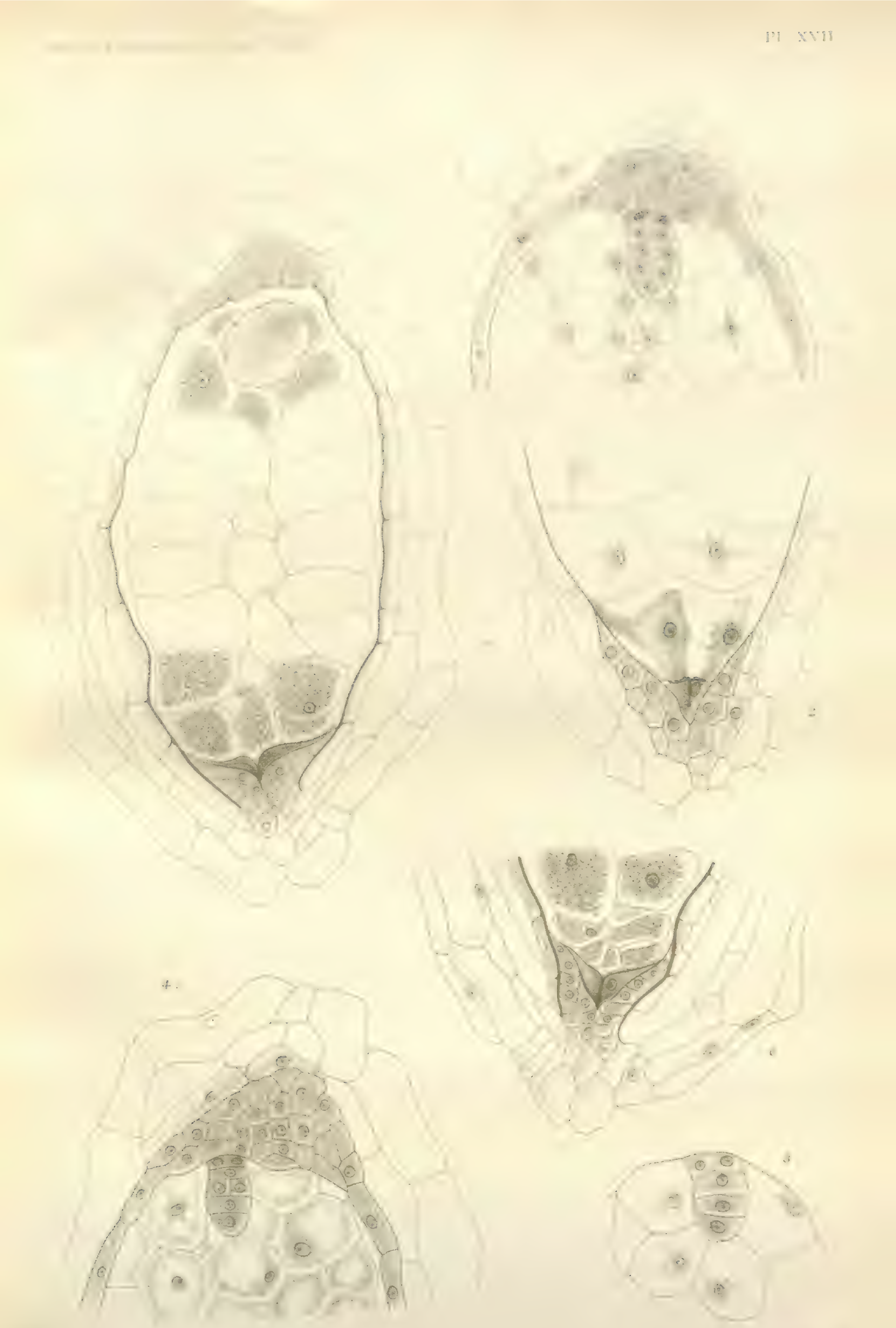


Ch Bernard ad nat.del.



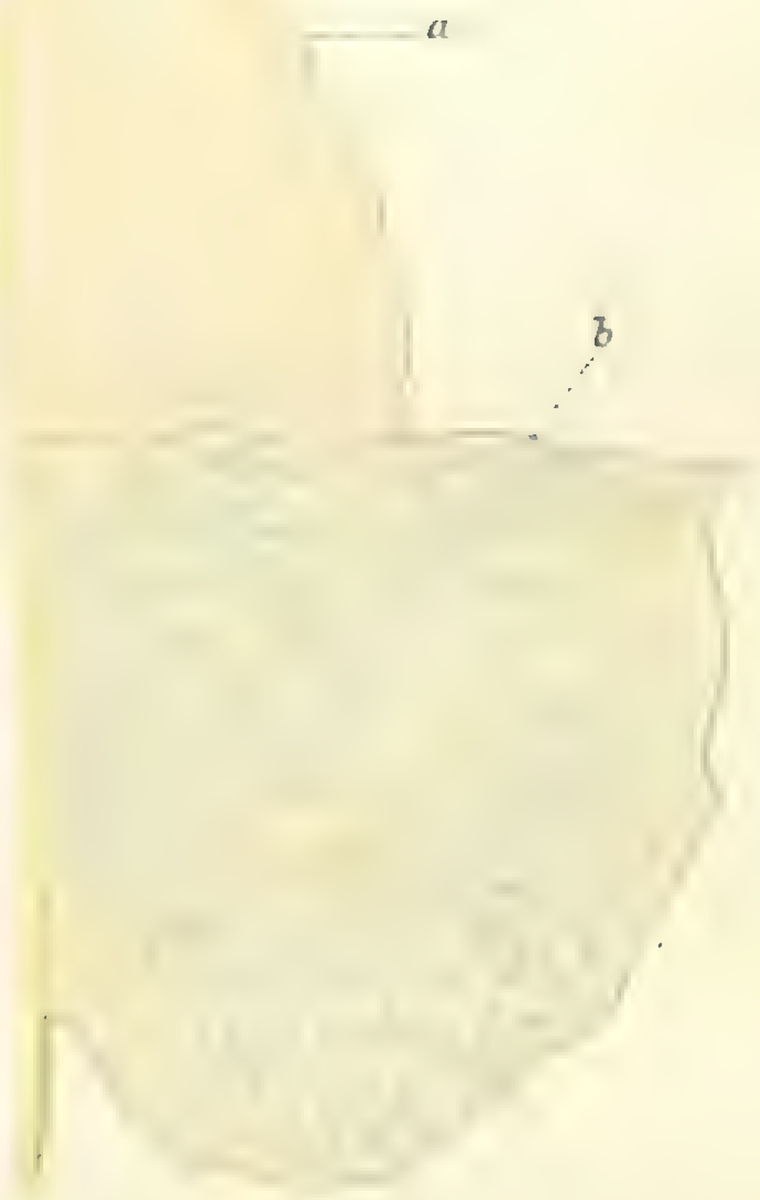


Ch.Bommel lith.



1.

2



3.

4.

J. W. Huysmans del.

Fa. P. W. M. Trap impr.

J. W. Huysmans del. Fa. P. W. M. Trap impr.

J. W. Huysmans del.

Fa. P. W. M. Trap impr.

J. W. Huysmans del. Fa. P. W. M. Trap impr.

Treub et Huysmans del.

Fa. P. W. M. Trap impr.

J. W. Huysmans del.

Fa. P. W. M. Trap impr.

TABLE DES MATIÈRES.

COSTERUS, (J. C.), and J. J. SMITH, studies in Tropical Teratology 1

List of the Figures Plates I—VIII 18

ERNST, (A.), und Ch. BERNARD, Beiträge zur Kenntnis der Saprophyten Javas 20

Figurenerklärungen zu Tafel IX—X 35

„ „ „ XI—XIII 47

„ „ „ XIV—XVII 61

HENNINGS, (P.), Fungi Javanici novi A. Cl. Dr. A. Engler collecti 62

BOSSCHA, (J.), Observations sur l'influence de la lumière et de la chaleur sur la production de matiere organique par le théier 66

GORTER, (K.), Sur la distribution de l'Acide chloro-génique dans la nature 69

TREUB, (M.), Nouvelles recherches sur le rôle de l'Acide Cyanhydrique dans les plantes vertes. III 85

Avec Planches XVIII—XXIII.

IMPRIMERIE ci-devant E. J. BRILL — LEIDE.

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

M. MELCHIOR TREUB.

(Volume XXIII.)

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME VIII.

2me PARTIE.

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE

CI-DEVANT

E. J. BRILL

LEIDE — 1910

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS DER GALLEN AUF JAVA [1]).

II. ÜBER DIE ENTWICKLUNG EINIGER MILBENGALLEN

VON

W. UND J. DOCTERS VAN LEEUWEN-REIJNVAAN.

Samarang—Java.

Mit Taf. XXIV—XXXI.

EINLEITUNG.

Die Acarocecidien gehören zu den best untersuchten Gallen Europa's. Verschiedene Forscher wie THOMAS, FRANK, NALEPA u. a. haben sich mit den Gallen und den Gallentieren beschäftigt, und speciell ersterer hat in einer grossen Anzahl Abhandlungen die Fundamente zum Studium dieser interessanten Gallbildungen belegt.

Es schien uns nun wünschenswert zu wissen, wie die tropischen Gallen sich entwickeln, und auf welche Weise die Neuinfektion der Organe stattfindet, da sich hier so ganz andere klimatologischen Verhältnisse als in Europa vorfinden.

Beim Studium der Javanischen Gallen fanden wir auffallend viele Acarocecidien; unter den ungefähr 90 von uns bisher gefundenen Gallenarten waren 39, also 45% von Gallenmilben gebildet, und weiter zeigt sich, dass in Gegensatz zu Europa,

---

1) I. Über die Anatomie und Entwicklung der Galle auf *Erythrina lithosperma* Miq. von einer Fliege, *Agramyza erythrinae* de Meijere gebildet.

Receuil des travaux botaniques Néerlandais. Tome VI, 1909.

wo diese Gallen meistens bei Bäumen und Sträuchern zu finden sind, sie hier in viel grösserer Anzahl auf Kräutern vorkommen, auf welches Verhalten wir später noch ausführlicher zurückkommen.

Neben den Fragen nach dem Vorkommen der Gallen, der Infektion der Organe und dem Leben des Gallentieres, sind noch verschiedene andere Punkte zu untersuchen. Wir wählten eine dreizahl von Gallen, welche wir in unserer unmittelbaren Umgebung reichlich fanden, und die wir fortwährend beobachten und sammeln konnten. Eine Galle auf einem Farne wurde speciell untersucht, da von den Gallen auf Cryptogamen noch sehr wenige entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen vorliegen, und überhaupt durch das Studium der Entwicklung mancher Gallen noch viele interessante Fragen, speciell auch in den Tropen, gelöst werden können.

Wir wollen die verschiedenen Gallen getrennt besprechen, und am Schluss eine Übersicht über diese drei Gallen, sowie über die Phytoptengallen im Allgemeinen geben. Daran anschliessend folgt eine Litteraturbesprechung, die aber nicht erschöpfend ist, da wir unmöglich alle Abhandlungen bekommen konnten.

Professor Nalepa aus Wien sind wir zu grossem Dank verpflichtet für die Liebenswürdigkeit, womit er die Determination des von uns gesammelten Milbenmaterials auf sich genommen hat. Von den genannten Gallen ist uns aber bis jetzt nur von einer der Name des Gallenerzeugers bekannt.

METHODEN.

Für das Bestimmen der Tiere ist eine reichliche Menge von Exemplaren sehr gewünscht, und wurden diese nach der von Napela [1]) angegebenen Methode gesammelt. Die Gallen werden zerstückelt, und die Stückchen in einem Cylinderglas offen an die Luft gestellt, sodass sie allmählig austrocknen. Nach einigen

1) A. Nalepa. Ueber das Präparieren und Konservieren der Gallmilben. Marcellia, Vol. V, 1906, S. 49—61.

Tagen findet man die Tierchen in grosser Zahl an der Glaswand und kann sie mit einer heissen Picrinsäure-lösung in Alkohol fixieren, und weiter behandelen, wie NALEPA das ausführlich geschildert hat.

In den trockenen Zeit geht dieses sehr gut, und gibt es gar keine Schwierigkeiten. In der Regenzeit aber ist es uns nicht gelungen Material auf diese Weise zu sammeln. Hier in Salatiga wenigstens ist die Luft in diesen Monaten so feucht, dass die Gallenstücke einfach verfaulen oder schimmeln. Setzt man sie in einem Raum, in dem etwas ungelöschter Kalk sich befindet, dann trocknen sie zu schnell. Jedenfalls haben wir niemals genügendes Material bekommen können.

Die Anatomie und die Entwicklung der Gallen haben wir hauptsächlich an aus freier Hand geschnittenen Objecten untersucht. Allein für die cytologischen Besonderheiten haben wir Gallen in Sublimatlösung nach KAISER mit Formol fixiert, und nach bekannten Methoden in Paraffin eingebettet, geschnitten, und gefärbt. Auch zum Studium der ersten Infektion haben wir das Microtom gebraucht, da wir nur in diesem Falle genügend Sicherkeit hatten, dass die Phytopten an der Stelle blieben, wo sie beim Infizieren der Gewebe sassen, ohne beim Schneiden verschleppt zu werden, wie das bei freien Handschnitten fast immer der Fall ist.

I. DIE GALLE VON *ERIOPHYES DOCTERSI* NAL. AUF *CINNAMOMUM ZEYLANICUM* BREYN [1]).

(Hierzu Tafel XXIV, XXV, XXVIII und XXIX mit den Figuren 1 und 2, und 5—27).

Cinnamomum zeylanicum wird auf Java nicht wildwachsend angetroffen, wohl aber auf Ceylon, von wo sie im Jahre 1826

---

1) *a)* W. DOCTERS VAN LEEUWEN. Een mijtgal op *Cinnamomum zeylanicum* Breyn. Cultuurgids. 1908. Jahrg. 10. 2de gedeelte. Plaat 4 en 5.
b) A. NALEPA. Eine Gallmilbe als Erzeugerin der Blattgallen vor *Cinnamomum zeylanicum* Breyn. Marcellia. Vol. 8. 1909. Seite 3—6.
c) W. und J. DOCTERS VAN LEEUWEN—REYNVAAN. Einige Gallen aus Java. Erster Beitrag. Nom. 1. Marcellia. Vol. 8. 1909. S. 22.

hier in vielen Gegegen angepflanzt und noch werden hier und da kleine Anpflanzungen davon angelegt [1]). In den Dessahs in der Umgebung von Salatiga kennen wir verschiedene grosse Bäume, welche schon viele Jahren alt sein müssen, und fortwährend Blüten und Früchten tragen. In der unmittelbaren Umgebung unseres Hauses steht ein sehr alter Baum, der stark von den Gallmilben infiziert ist und von dem wir immer genügendes Material für unsere Untersuchungen nehmen konnten.

Am liebsten lebt diese Milbe jedoch auf jungen Stockausschlägen. Wir sahen auf einer Plantage einmal eine Pflanzung von alten Bäumen, die umgehauen waren. Die Strünke entwickelten aber wieder dicke, saftige Triebe. Diese Triebe sassen so voll von Gallen, dass sich kein Spross normal entwickeln konnte. Auf diesen jungen Trieben kommen auch viel mehr Infectionen vor als auf den älteren Bäumnn, die nur einige Male im Jahre austreiben. Auf einem jungen Baum in unserem Garten zählten wir schon sechs Generationen in einem Jahre.

Bis jetzt haben wir die Gallen niemals auf einer anderen Zimmtart finden können. Ausser *Cinnamomum zeylanicum* wird auch *Cinnamomum Burmanni* sehr allgemein um Salatiga angepflanzt. Wir fanden jedoch nie Milbengallen auf diesen Bäumen. Kleine Topfpflanzen, die wir infizierten mit den Gallmilben von *Cinnamomum zeylanicum* blieben absolut gesund, während die zur Controle gebrauchten *C. zeylanicum*-pflanzen bald reich mit Gallen besetzt waren. Doch beweist dies gar nicht, dass diese Galle nicht auch auf anderen Zimmtarten vorkommen kann. Herr Wigman aus Buitenzorg sandte uns Gallen auf *Cinnamomum iners*-Blätter [2]). Diese Gallen werden auch von Gallmilben gebildet, sind aber mehr zugespitzt. Ausserdem ist die Eingangsöffnung nicht an der Spitze, sondern am der Basis der Galle, wo sie auf einer kleinen schornsteinartigen Erhebung der Blatt-

---

1) J. und W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia. Vol. VIII. Nom. 29.

2) J. H. Koorders en Th. Valeton. Boomsoorten op Java. Nom. 10. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin. Nom. 68. 1904. S. 67.

oberfläche ausmündet. Wir haben hier also eine andere Galle vor uns, wie die hier beschriebene.

Wir kennen die Galle auf *C. zeylanicum* nun schon von Salatiga, Kali Osso bei Soerakarta, von einer Plantage am Abhang des Volkans Kloet, und vom Botanischen Garten aus Buitenzorg.

Zeichnungen dieser Galle sind schon im Cultuurgids Jahrgang 1908 (Tafel 4 und 5) publiziert, ausserdem ist ein Blatt mit Gallen abgebildet in Marcellia. Um das Folgen der Beschreibung zu erleichtern, fügen wir hier noch zwei Tafeln bei. Auf der ersten Tafel rechts sicht man ein erwachsenes Blatt von *Cinn. zeylanicum* mit erwachsenen, aber noch geschlossenen Gallen, das andere (linke) Blatt trägt schon vertrocknete schwarze Gallen, welche von den Milben verlassen sind. Der abgebildete Zweig zeigt junge von den zahlreichen Gallen missbildete Blätter. Auf Tafel 2 ist ein sehr junger Spross reproduziert, der kleine, eben ausgetriebene Blättchen mit kleinen Gallen trägt. Das Blatt links ist bedeckt mit erwachsenen Gallen. Das rechte Blatt ist von der Oberseite photographiert worden, und zeigt die flachen vertiefungen, welche die an der Blattunterseite sitzenden Gallen an der Oberseite hervorrufen.

Das Blatt von *Cinnamomum zeylanicum* ist oberseits dunkelgrün, und glänzend, an der Unterseite mehr matt und ganz kahl. Der Hauptnerv tritt an der Unterseite stark hervor, und hat lichtgelbgrüne Farbe. Ungefähr 1 cm. oberhalb der Blattbasis entspringt auf jeder Seite des Hauptnerves ein starker Seitennerv, welcher bogenförmig nach oben geht, und in einiger Entfernung des Blattzipfels in einen der dünnen Seitennerven übergeht. Ausserdem findet man noch beiderseits einen starken Randnerv. Auch auf der Blattoberseite springen diese Nerven durch ihre lichte Farbe deutlich hervor.

Die Gallen sitzen meistens auf der Unterseite der Blätter, nur äusserst selten auf der Oberseite; gelegentlich findet man sie auch an den Blattstielen und den Zweigen. Wenn die Infection eine sehr starke ist, sind auch die End- und Achselknospen in Gallen umgewandelt und verkümmert der ganze Trieb. Die zahlreichen Gallen an der Unterseite der Blätter sitzen in der

Regel an den Haupt- und Seitennerven, und dem Blattrand entlang. Ist die Zahl der Gallen auf einem Blatt sehr gross, dann kommen sie auch zwischen den Nerven vor. An der Oberseite des Blattes bildet jede Galle eine kleine Vertiefung, deren Boden unregelmässig, uneben, und von gelbgrüner Farbe ist, sodass sie besonders deutlich auf der dunkelgrünen Blattoberseite sichtbar ist. (Tafel XXV rechts). Die grösste einfache Galle, die wir gefunden haben, war 10 mm. hoch und hatte an der Basis einen Durchschnitt von 8 mm. Meistens sind sie viel kleiner, und bilden unregelmässig Höcker von ungefähr 6 mm. Durchmesser. Die Farbe der Gallen ist, falls sie nicht ganz erwachsen sind, lichtgelbgrün.

Man kann unter den einfachen Gallen zwei Typen unterscheiden. Am meisten findet man, von oben gesehen, fast kreisrunde Gallen, die annähernd Kugelform haben, an der Basis etwas eingeschnürt, und am anderen Ende plötzlich verschmälert sind zu einer kurzen, kleinen Spitze, worin die Gallenöffnung liegt. Aber daneben kann man auch Gallen finden, die viel länger sind, und schmäler. Diese haben auch eine eingeschnürte Basis, sie gehen aber nicht so plötzlich, sondern ganz allmählig an ihrem Oberende in eine Spitze über. In Figur 5 ist ein Längsdurchschnitt durch eine solche Galle abgebildet. Anatomisch weisen sie weiter nichts besonderes auf.

Sitzen die Gallen dicht neben einander, so verschmelzen sie mit einander, und bilden unregelmässige Höcker. Man kann ihre zusammengesetzte Natur erkennen an dem Vorkommen von mehreren Eingangsöffnungen. Ausser den Blättern können auch Blattstiele und Sprossteile infiziert werden. In Figur 2 trägt z.B. der Stiel des abgebildeten Blattes eine Galle, die ungefähr rund ist. An den Seitenzweigen sind sie mehr länglich, aber es stellt sich heraus, dass dies zusammengesetzte Gallen sind. Die jungen Sprosse, die stark infectiert sind, entwickeln sich dabei oft ganz abnormal. Die Blätter können fast unkenntlich werden, und die End- und Seitenknospen werden dann in Gallen umgewandelt. In diesem Falle stirbt der grösste Teil des Sprosses bald ab, und es entwickeln sich viele Seitenknospen.

Bäumchen, die fortwährend in dieser Weise infiziert werden, entwickeln sich zu kleinen büschelförmigen Sträuchern.

Sind die Blätter eben entfaltet, dann sind die Gallen schon als äusserst kleine, aber gut entwickelte Erhöhungen auf den Blättern sichtbar. Sie sind dann von lichtgelber Farbe, während das junge Blatt rot ist und messen ungefähr $^1/_2$ mm. Mit dem Auswachsen der Blätter, wachsen auch die Gallen weiter. Anfangs ist die Oberfläche der Gallen glatt, aber je älter sie werden, desto mehr Höcker und Vertiefungen entwickeln sich. In diesem Stadium bleiben sie dann viele Wochen bis Monate, und vergrössern sich nicht mehr. Endlich bekommen sie tiefe, braune Risse und Furchen. Die Gallen trocknen aus, werden braun, und klaffen dann weit offen, wie das auf der Abbildung in Figur 1 zu sehen ist. Auch die entsprechenden Stellen auf der Blattoberseite sind dann dunkelbraun. Die Blätter bleiben so an den Bäumen sitzen, und solche Bäume sind von weitem schon an diesen braunen Gallen bequem zu erkennen.

Leben des Gallentieres.

In den erwachsenen, noch geschlossenen Gallen findet man die Milben in allen Stadien bei Hunderten. Sie leben zwischen den Haaren, die die grossen Wülste in den Gallen bedecken. Auch die Eier sitzen an der Basis dieser Haare. Später vertrocknen die Tiere, oder verlassen die Gallen. Im Anfang verlassen sie die Gallen einfach durch die Eingangsöffnung, die am Gipfel jeder Galle liegt, aber später bekommt die Oberfläche Risse wie wir schon gesagt haben, welche bis ins Innere der Galle gehen, und bald braun werden. Diese Risse werden zu Spalten, und endlich klappt die ganze Gallenwand nach aussen um und vertrocknet. Die Tiere haben dann alle die Gallen schon verlassen oder sind gestorben. Die Milben wandern nach den Knospen, und dringen in diese hinein. Die Knospenschuppen schliessen ziemlich fest an einander, und die jungen Blätter sind mit Haaren bedeckt. In den infizierten Knospen findet man die Milben überall zwischen den Blättern. Wo ein Tier festsitzt

bilden die jungen Blattzellen bald eine halbkugelförmige Höhlung, worin die Milbe liegen bleibt, um nach und nach ganz von den Pflanzengeweben überwallt zu werden. Wir werden diesen Vorgang ausführlicher im Kapitel über die Entwicklung der Galle beschreiben. In den kräftigen, jungen Pflanzen finden die Milben immer austreibende Knospen, und entwickeln sich die Gallen fast das ganze Jahr hindurch. An den älteren Bäumen findet man öfters keine Gallen mit Milben, sie sind dann schon vertrocknet; wenn die Blätter wieder austreiben, kommen die Gallen wieder zum Vorschein. Merkwürdig ist hierbei, dass die Tiere in den Knospen sitzen bleiben, solange diese nicht austreiben. Auf diese Eigentümlichkeit kommen wir noch zurück.

Entwicklung und Anatomie der Galle.

Die Tiere verlassen (wie oben schon gesagt ist) die Gallen durch die Risse, die diese beim Reifen bekommen (Figur 1) und man findet sie in dieser Zeit bei Hunderten auf den Zweigen und Blättern. Viele müssen hierbei zu Grunde gehen, denn wenn alle Phytopten Gallen bilden sollten, so wäre es für die Pflanzen einfach unmöglich weiter zu wachsen. Die Tiere kriechen in den Morgenstunden, wenn die Luft noch sehr feucht ist; später verschwinden sie mehr und mehr. Schneidet man die End- und Achselknospen der Zweige, deren Blätter Gallen tragen, durch, so findet man Tiere zwischen den Knospenschuppen und zwischen den jungen Blättern. Schon Thomas [1]) und anderen haben richtig erkannt, dass die Infektion von den Tieren ausgeht, dass diese sich auf der Stelle, wo später die Galle erscheinen soll, niedersetzen, und die Pflanzengewebe hierauf reagieren. Um hierüber sicher zu sein und die Tiere beim Schneiden nicht von ihren Stellen zu bringen, haben wir einige Knospen fixiert, in Paraffin eingebettet, und mittelst des Microtoms in dünne Schnitte zerlegt. Wir haben hierzu Knospen genommen von Zweigen,

---

1) F. Thomas. Entw. geschichte zweier Phytoptus-Gallen an *Prunus*. Giebels Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd. 39, 1872.

die nicht zu stark infiziert waren, um nicht zu viele Milben auf einem Blatte zu bekommen, was die Untersuchung der verschiedenen Fragen nur erschweren würde. In der Tat fanden wir einige Milben, wie sie an den jungen Blättern sassen.

Die noch in der Knospe eingeschlossenen Blätter sind noch sehr wenig differenziert; man findet eine gut sichtbare Epidermis an beiden Oberflächen der Blätter aus kleinen schmalen Zellen, und zwischen beiden ein homogenes Gewebe aus einander gleichen Zellen bestehend. Auf diesem Entwicklungsstadium fängt die erste Infektion der Milbe an.

Thomas [1]), der Erineum-Bildungen auf *Tilia parvifolia* besonders eingehend untersuchte, behauptet dass die erste Entwicklung der Galle an dem noch sich entfaltenden Blatte stattfindet. Dieses ist bei den von uns untersuchten Gallen nicht der Fall. Die Infektion geschieht schon in der Knospe, aber die eigentliche Bildung der Gallen an den aus den Knospen hervorragenden, noch nicht entfalteten Blättchen. Die erste Folge der Infektion besteht hierin, dass auf der Stelle, wo die Milbe sitzt, wie auch an der Gegenüberliegenden Seite des Blattes eine Anzahl Epidermiszellen zu Haaren auswachsen, wovon die innersten das Tier bald umgeben. Es ist hierbei merkwürdig, dass auch an der gegenüberliegende Seite des Blattes die Haare in ebenso grosser Zahl, und von derselben Form entstehen, wie an der Unterseite. Diese Haare sind ein wenig länger als die sonst hier und da auf den jungen Blättern vorkommenden, und etwas reicher an Protoplasma. In Figur 27 findet man dieses Stadium abgebildet. Hier sass die Milbe an einem Blattnerv und war die andere Seite nicht behaart. Neben dem Auswachsen vieler Epidermiszellen zu Haaren spürt man auch in den anderen Epidermiszellen den Einfluss der Infektion. Diese werden höher und protoplasmareicher, die Kerne werden grösser und färben sich intensiver.

---

1) F. Thomas. Entwicklungsgeschichte zweier Phytoptus-gallen an *Prunus*. Giebels Zeitschrift für die gesammten. Naturwissenschaften. Bd. 4. Bd. 42. 1873. Bd. 39 1872. S. 3 des Sep. Abzuges.

F. Thomas. Beiträge zum Kenntniss der Milbengallen, und der Gallmilben, etc. dieselbe Zeitschrift. Bd. 42. 1873. S. 518 u. f.

Bald fängt auch der übrige Teil des Blattes an, Kennzeichen einer Infektion zu geben, und dabei zeigen sich die gleichen Erscheinungen, die schon so oft bei Umwallungsgallen konstatiert worden sind. Die Zellen der Epidermis und des tieferen Gewebes, welche die Stelle umgeben, wo die Milbe sitzt, wachsen und teilen sich sehr schnell, während die Zellen, die unter der Milbe liegen, sich im Anfang weniger schnell teilen. In Figur 27 sieht man deutlich, dass alle Zellen unter den vergrösserten Epidermiszellen in langen Reihen angeordnet sind, und dass, obschon auch unterhalb der Stelle, wo die Milbe sitzt, Mitosen vorkommen, solche mehr auf den Seiten, unterhalb der wachsenden Gewebspartien zu sehen sind. Die meisten Teilungsfiguren sind mit ihrer Achse quer zur Epidermis gestellt. Die Zellen, die ringsum die Larve liegen, wachsen wallförmig nach oben (Figur 11). Dieser Prozess ist schon oft beschrieben worden bei Gallen von den verschiedensten Gallenerzeugern so dass wir hier nicht länger dabei still zu stehen brauchen. Es entsteht so ein nadelknopfgrosses Gebilde, das kegelförmig ist, und das wie eine Kappe über die Milbe aufgetrieben ist. Nach und nach mit dem weiteren Wachstum umschliessen die Wallränder eine allmählig kleiner werdende Öffnung, (Figur 12) die bald so klein ist, dass man sie mit dem unbewaffneten Auge nicht mehr sehen kann. Der soeben beschriebene Entwicklungsgang hat sich also fast ganz an den noch nicht entfalteten jüngsten Blättchen abgespielt. Sobald diese Blättchen deutlicher zum Vorschein treten, findet man die kleinen gelblichweissen Gallen, die ungefähr 1 mm. gross sind, und nur eine Milbe im Innern bergen (Figur 2). In dieser Zeit ist die Wand der einzigen Gallenkammer noch glatt, wie auch die Oberfläche der Galle selbst, und nur an der Mündung sind Haare zu finden (Figur 10). Der Blattteil unter der Milbe hat sich dann allmählig durch Zellteilung etwas, aber noch sehr wenig verdickt.

Während der soeben beschriebenen Entwicklung der Galle, hat auch das Blatt sich weiter differenziert. Schon dann, wenn die Galle erst halb geschlossen ist, kann man im Blatt ausser den beiden Epidermes ein Pallisadenparenchym unterscheiden,

und ein Gewebe von kleinen unregelmässigen Zellen, das später zum Schwammparenchym werden soll. Die Stelle des Blattes aber, wo die Galle sich bildet, bleibt auf ihrem embryonalen Stadium verharren, und die ganze Galle nebst ihrer Befestigungsstelle besteht aus einheitlichen Zellen.

Man findet hier also wieder durch Einfluss des Gallenreizes ein Verharren auf dem Jugendstadium, Bildung eines homogenen Grundgewebes, wie man das bei sovielen Gallen kennt, und worauf wir noch zurück zu kommen haben.

Zunächst entfalten sich die Blätter, und wachsen auch die Gallen erstaunlich schnell, denn wenn nach einigen Tagen die Blätter ganz entfaltet sind, und ihre definitieve Grösse erreicht haben, stehen auch die Gallen äusserlich zum grössten Teile fertig da, und nehmen sie nachher nur noch in Grösse zu. Im Innern dauert das Wachstum auch noch einige Zeit fort, wie wir das noch beschreiben wollen.

Die Gallenwand, die aus ungefähr 4—5 Schichten von kleinen Zellen besteht, wird dann allmählig dicker, sowie auch der Blattteil, der den Boden der Galle bildet. Die Milbe hat schon einige Eier gelegt, und bald findet man einige Larven in der sich entwickelnden Galle. Dass diese weitere Entwicklung von den Larven beeinflusst wird, wagen wir aus folgenden Gründen zu schliessen. Auch hierzu haben wir Microtomschnitte von fixierten Material gebraucht. Es zeigte sich, dass das Gewebe in der Umgebung eines Eies oder einer jungen Larve auf besondere Weise zu wachsen anfängt, und auch einen sei es einen nicht so vollkommenen Ringwall um das Tier bildet (Figur 10). Die Wand der Gallenkammer wächst dadurch in verschiedenen breiten Wülsten und Lamellen aus. Auf einem Durchschnitt zeigt sich, dass jede Larve in einer Art Vertiefung liegt, deren Wand von den heraufwachsenden Gewebsmassen gebildet wird. Diese Lamellen, Emergenzen, wie man sie nennen muss, (Figur 13) wachsen immer weiter, während der Galle selbst grösser wird. Bald besteht der Gallenraum aus verschiedenen Kammern, die mehr oder weniger von einander verschieden sind, und die, meinen wir, jede um eine junge Milbe gewachsen ist.

Die Grösse der Galle war sehr vorteilhaft für diese Untersuchung. Der Boden der Galle, wo die erste Milbe sass, bleibt noch lange Zeit ohne Emergenzen, und ist selbst in älteren Gallen noch deutlich zu erkennen. Erst wenn die Gallen schon beinahe fertig und mehrere Wülste im Innern entstanden sind, beginnen Haare auf zu treten. Überall entstehen sie aus Wandzellen, die länger uud länger werden, und füllen zuletzt das Galleninnere fast ganz aus (Figur 5). Die erst gebildeten Emergenzen bekommen im weiteren Wachstum selber auch überall Auswüchse; doch können wir nicht mehr sagen ob diese wieder unter Einfluss von neuen Phytopten entstehen, denn in diesem Entwicklungsstadium ist die Galle schon fast ganz von den Haaren ausgefüllt, und zeigen sich schon viele Milben im Innern, sodass sich nichts sicheres mehr darüber finden lässt. Das ganze Gewebe der Galle, sowohl die Basis wie die übrige Gallenwand besteht aus kleinen, einander gleichen, regelmässig geformten Zellen. Erst wenn die Wülste im Innern schon gut sichtbar sind, differenzieren sich in der Wand der Galle Gefässbündel, die in Verbindung stehen mit den Gefässbündeln des Blattes (Figur 5). In jugendlichem Zustand bestehen diese Gefässbündelstränge wie immer aus langen, schmalen Zellen, die schon bald zwischen dem homogenen Gewebe deutlich zuvortreten. Diese Gefässbündel entstehen auch in den Wülsten und Falten und kommen selbst in den secundairen Wülsten vor.

Wie gesagt, sind die älteren Gallen immer mit langen Haaren, die glänzend weiss sind, ausgekleidet. Diese entstehen, wie auch bei anderen untersuchten Gallen wahrgenommen ist, aus Epidermiszellen, und in diesem Fall aus den Zellen, die den Innenwand der Gallen bekleiden. Sie sind oft schlangenartig gewunden. An der Gallenmündung liegen kürzere Haare, die nach aussen gerichtet sind, und den Zugang fast ausfüllen. Auf der Oberfläche der Galle entwickeln sich keine Haare. Die Basis dieser Haare ist stark verbreitert, und liegt tiefer in dem Gewebe als die Wandzellen, und ihr Wand wird hier, wenn sie älter werden, erheblich verdickt (Fig. 6—8). Sie sind sehr protoplasmareich und enthalten fast immer nur einen grossen Kern, der

keine bestimmte Stelle einnimmt, sondern entweder am Fuss oder etwas höher im Haarinnern liegt. Nur selten haben wir in einem Haare zwei Kerne gefunden (Figur 7). Der eine Kern war einige Male gelappt (Figur 8) und unregelmässig, aber dies war nicht Regel.

Nachdem die Gefässbündel differenziert und die Wülste ausgebildet sind, kommen noch weitere Differentiationen vor. Während die meisten Zellen unverändert bleiben, zeigen nur die, welche die Bekleidung der Gallenwand bilden, sowie die darunterliegenden, die zum Nahrungsgewebe werden sollen, mehrere Veränderungen, die wir hier in Kürze besprechen wollen um nochmals im Kapitel, das eine allgemeine Übersicht gibt, darauf zurück zu kommen.

Schon im jugendlichen Stadium der Galle kann man in den Wandzellen verschiedene Veränderungen sehen (Figur 27 und 14). Das Protoplasma wird allmählig dichter, die Kerne werden grösser, und fallen mehr auf, da sie die Farbstoffe stärker aufnehmen als die anderen Zellen. Die Wandzellen in den jungen Gallen sind von körnigem Protoplasma ganz gefüllt; in den älteren aber entsteht je eine Vacuole (Figur 15). Auf Tafel 6 Figur 14 findet man einige Wandzellen einer jungen, in Figur 15 einer etwas älteren Galle abgebildet.

So lange die Galle noch wächst, findet man überall Mitosen, und auch die Zellen des Wandbelegs teilen sich mitotisch. Nach einigen Wochen hat die Galle schon ihre definitive Grösse erreicht, die Gallenkammer besitzt dann verschiedene Abteilungen, hervorgerufen durch die eingewachsenen Emergenzen, und ist von den Haaren gefüllt. Die Wandzellen bleiben eine Zeit lang in demselben Zustand, ändern sich dann aber. Zuerst entstehen mehrere Vacuolen im Protoplasma und dann findet man hier und da zweikernige Zellen. Im Anfang denkt man, dass diese Kerne auf amitotischem Wege entstanden sind aus einem Kern. Dem ist aber nicht so; die Kernteilung ist nicht von einer Zellteilung gefolgt worden. In Figur 18 bildeten wir einen Kern in Mitose ab. Merkwürdig ist dabei, dass die zwei Tochterkerne dicht bei einander liegen bleiben, und auch die

zwei Kerne in der Zelle dicht neben einander liegen. Den auf diese Weise entstandenen zweikernigen Zellen begegnet man in den Präparaten von diesem Stadium häufig (Figur 16, 19, 20 und 21).

Die jungen Haare sind auch mit körnigem Protoplasma gefüllt (Figur 9) bald aber ensteht eine Vacuole in der Spitze, welche allmählig grösser wird. In den erwachsenen Haaren findet man das körnige Zytoplasma im basalen Teil und weiter bildet es eine dünne Bekleidung unter der Aussenwand. Die Kerne befinden sich dann meistens im basalen Teil, doch können sie sich auch nach oben zu bewegen (Figur 6), und dann findet man um sie herum eine Anhäufung von Zytoplasma, linsenförmig in der Vaculole liegend.

Verschiedene Autoren, z. B. auch Molliard [1]) haben Milbengallen zytologisch untersucht und beschrieben dabei mehr oder weniger starke Veränderungen der Kerne. Auch in unsern Gallen waren diese Veränderungen zu finden, jedoch treten sie erst auf, wenn die Galle schon älter und hart geworden ist. In den Figuren 21, 22, 25 und 26 haben wir einige Zellen des Wandbelegs von einer alten Galle gezeichnet. Hier sieht man, dass die Kerne gelappt und teilweise auch viel dunkler gefärbt sind. Im Zytoplasma der Zellen bilden sich mehr und mehr Vacuolen, und in diesen entstehen Stoffe, die beim Fixieren in kleinen Kügelchen niederschlagen, nicht färbbar sind und die Vacuolen oft ganz ausfüllen (Figur 22). Auch in den Haaren ist dieses zu sehen (Figur 26). Je älter die Gallen werden, desto mehr treten diese Stoffe auf, und auch in den anderen Zellen des Gallengewebes sind sie zu finden. Über die Bedeutung dieser Stoffe wagen wir es nicht eine Vermutung zu äussern. Sie sind auch nicht nur auf die Gallen beschränkt, doch hier entstehen sie viel reichlicher. Wir haben sie indessen nicht weiter untersucht. In den alten Gallen zeigt der Inhalt der Zellen deutliche Degeneration. Das Zytoplasma wird ganz körnig,

---

1) M. Molliard. Hypertrophie pathologique des cellules végétales. Revue génér. de Botan, Tome 9, 1897, Seite 33.

die Kerne färben sich dunkel, und das Chromatin ist nicht mehr differenziert. Die Haare verlieren ihren Inhalt, zugleich entstehen Risse in der Gallenwand, und die Milben verlassen die Gallen.

DIE GALLE VON EINER NOCH NICHT BESTIMMTEN GALLMILBE AUF DEN BLÄTTERN VON *IPOMOEA BATATAS* LAM [1]).

(Hierzu Tafel XXIV, XXVI und XXX mit den Figuren 28—38).

Beschreibung der Galle.

Ipomoea batatas wird von den Eingeborenen häufig, angepflanzt. Auf den trockengelegten Reisfeldern findet man oft grosse Strecken mit diesen Gemüsepflanzen bedeckt. In der Umgebung von Salatiga, wo wir fleissig nach dieser Galle gesucht haben, fanden wir sie aber niemals auf diesen gezüchteten Pflanzen. Dies ist um so merkwürdiger, da sie in der unmittelbaren Umgebung von zahlreichen wildwachsenden und besonders stark infizierten Exemplaren verbaut werden.

Infektierte Pflanzen kennen wir in Salatiga von zwei Stellen, wo sie unter gleichen Verhältnisse wachsen. Es sind die Ufer vom Kali Setro und Kali Taman, zwei Flüsse, die sich zwischen den Hügeln hindurch ein tiefes Tal ausgespüllt haben. Die Ufer sind oft ziemlich steil und von üppigem Gestrüpp bedeckt. Das Flussbett hat ein starkes Gefälle und das Wasser strömt schnell zwischen den grossen und kleinen Steinen, die den Boden des Bettes bedecken, dahin.

Die *Ipomoea*-Pflanzen kriechen nun teilweise über die Steine, welche dicht neben der Uferwand liegen, teilweise klettern sie in das Ufergebüsch und es sind speciell diese Pflanzen, welche am Anfang der trockenen Zeit reichlich Blüten tragen.

Die Pflanzen bilden meterlange Ausläufer, die über den

---

1) W. und J. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Einige Gallen aus Java, Marcellia, Vol. VIII, 1909, S. 28, Nom. 10, mit Figur 7.

Steinen liegend sich immer an ihrem Ende verjüngen, sich hier auch verzweigen, und dann wieder einige Meter weiter wachsen bis eine dichte Decke von grossen dunkelgrünen, nach oben stehenden Blättern gebildet wird. Gerade diese kriechenden Stengel, die sich immer in einer feuchten Umgebung befinden, und das ganze Jahr hindurch austreiben, werden von den Gallmilben infiziert. An verschiedenen stellen war oft kein Blatt ohne Gallen zu finden und an den Zweigenden sitzen sie in allen Entwicklungsstadien an den älteren und jüngeren Blattern.

Das ganze Jahr hindurch haben wir diese Gallen denn auch beobachten können. Die Galle sitzt an der Oberseite des Blattes, und bildet hier, falls sie allein sitzt, fast kugelförmige, lichtgrüne Auftreibungen der Blattfläche, welche mit breiter Basis befestigt sind. Die Oberfläche ist ganz glatt. An der Unterseite des Blattes (Figur 2 rechts) findet man eine kleine Einsenkung in deren Zentrum der nur schwach hervorragende Mündungswall sitzt. Wir haben hier also eine Beutelgalle mit Mündungswall vor uns.

Die erwachsene Galle hat einen Durchmesser von ungefähr 2 mm. Auf den meisten Blättern sitzen mehrere Gallen dicht neben einander; so entstehen grössere Gebilde, welche doch deutliche zeigen, dass sie aus mehreren neben einander sitzenden Gallen entstanden und hierdurch ganz unregelmässig geworden sind. An der Unterseite des Blattes sitzen die Mündungswälle dicht neben einander gedrängt in einer gemeinsamen geräumigen Vertiefung.

Auf einen Durchschnitt einer erwachsenen Galle (Figur 30) sehen wir einen äusserst engen Einführgang welcher in der Mitte des Mündungswalles ausmündet und anderseits zur Gallenkammer führt. Diese ist, wie das schon oft bei den Milbengallen gefunden worden ist, von mehreren nach innen gewachsenen Gewebswülsten in vielen mit einander kommunizierenden Kammern verteilt, in denen die Gallmilben in verschiedenen Entwicklungsstadien neben einander leben und worin man auch ihre Eier findet. Sehr merkwürdig ist hierbei, dass bei diesen Gallen gar keine Haare vorkommen, weder auf der Aussenseite,

noch auf der Innenwand, und selbst der Mündungskanal, welcher bei fast allen Milbengallen von Haaren verschlossen wird, ist bei dieser Galle ganz kahl.

In einem der folgenden Kapitel wollen wir die Entwicklung und Anatomie der Galle ausführlicher besprechen.

Leben des Gallenbildners.

Wahrscheinlich bieten wenig Pflanzenteile solch eine ausgezeichnete Existenzbedingung für die Gallmilben, als die üppigen, sich fortwährend an ihren Enden verjüngenden Sprosse der *Ipomoea batatas*. Während die älteren Blätter schon gelb geworden und ihre Gallen von den Milben schon verlassen sind, findet man etwas höher am Stengel Blätter mit erwachsenen, doch noch bewohnten Gallen, und schliesslich die kleinen, noch nicht entfalteten Blättchen der Sprossspitze. Man kann denn auch an einem Meterlangen Stengel fast alle Stadien der Gallenentwicklung finden. Die Existenzbedingungen sind denn auch so einfach, dass wir darüber weiter nicht viel mitzuteilen haben.

Wenn die älteren Blätter mit Gallen welken, verlassen die Tiere diese und wandern nach der Spitze des Sprosses. Hier finden sie die jünsten, zartesten Blättchen. Diese jungen, an der Sprossspitze noch sehr winzigen Blättchen, sind nach oben zusammengeklappt. Die Milben dringeln zwischen die jüngsten Blättchen, welche noch dicht gedrängt an der Spitze stehen und siedeln sich hier an der Unterseite der Blätter an.

So bald diese etwas entwickelt sind, hat schon der erste Anfang der Gallenentwicklung begonnen und schon an den noch zusammengeklappten jungen Blättchen kann man die ungefähr Stecknadelknopfgrossen lichtgelben Gallen finden.

Die cultivierten Pflanzen haben nicht solche einfache Entwicklung. Wenn die Pflanzen erwachsen sind, werden die Wurzelknollen gesammelt und das Land wieder für eine andere Kulturpflanze gebraucht. Dies ist vielleicht Ursache, dass die kultivierten Pflanzen nicht von den Milben infiziert werden.

Entwicklung und Anatomie der Galle.

Die Knospen dieser Pflanze sind unbedeckt; die allerjüngsten, noch kaum sichtbaren Blättchen werden von den etwas älteren umschlossen, und die nächst älteren haben sich schon etwas von der Stengelspitze entfernt, bleiben aber noch nach oben zusammengeklappt (Figur 31 und 38). Noch 5 bis 6 Blättchen unterhalb der Stengelspitze haben zusammengefaltete, sei es auch schon etwas grössere Blattspreiten, und erst die folgenden Blätter spreiten ihre beide Hälften allmählig weit aus. Bei diesen Blättchen ist die Galle schon ganz geschlossen auf der Eingangsöffnung da, bei den eben von der Knospe abgebogenen sind sie noch klein und haben wir eine solches Stadium in Figur 35 abgebildet. Die Entwicklung vollzieht sich also sehr rasch, wie wir das auch bei der Cinnamomumgalle gesehen haben.

Die allerersten Gallenanfänge beginnen aber doch noch viel früher. Um diese allerersten Stadien zu bekommen haben wir die Stengelspitzen fixiert und mittelst des Mikrotomes geschnitten.

Es wurde hierdurch deutlich, dass die Milben zwischen den noch fest aneinander schliessenden und eine Knospe bildenden jüngsten Blättchen eindringen und somit die erste Infektion stattfindet, bevor die Blätter aus den Knospen hervorkommen. In diesem Stadium sind auch bei dieser Pflanze die Blätter noch sehr wenig differenziert und erkennt man auf einem Durchschnitt nur noch zwei Epidermiszellenschichten und dazwischen ein fast homogenes Gewebe (Figur 37). Äusserlich sieht man an einem solchen jungen Blatt, ebenso wie an dem schon infizierten, aber noch in der Knospe verborgenen Blatt von *Cinnamomum*, noch fast nichts von einer Galle. Die ersten Infektionsvorgänge, wie wichtig sie auch sein mögen, veränderen die Gestalt der infizierten Stelle äusserst wenig.

In Figur 37 bildeten wir den ersten Gallenanfang ab, den wir gefunden haben. Nur die Epidermiszellen sind etwas höher geworden und bilden an der Stelle, wo der Phytopt sich befindet eine kleine Ausbuchtung. Die eigentümlichen Haare, die einige Epidermiszellen bilden, haben mit dem Gallenreiz nichts

zu machen. Sie kommen überall und in derselben Weise auf den jungen Blättern vor.

Nehmen wir nun den Fall, der in Figur 36 abgebildet ist, so wird es deutlich, dass hier schon einige Zeit zwischen der ersten Infektion und diesem Stadium verlaufen sein muss. Die in dieser Figur abgebildete junge Galle sass an einem schon von der Endknospe abgebogenen Blatte, dessen Spreitenhälften aber noch fest aneinander schlossen. Die Milben setzen sich an der Unterseite des Blattes oft in grosser Zahl.

Auch hier besteht die erste Andeutung der Infektion in einer Vergrösserung der in der Umgebung des Tieres gelegenen Epidermiszellen. Bald nachher entsteht eine kleine Einbuchtung an der Unterseite, und zu gleicher Zeit eine kleine Ausbuchtung an der Oberseite des Blattes (siehe Figur 36). Das Wachstum der Galle vollzieht sich also ganz anders als bei der Cinnamomumgalle. Dort bleibt die Oberseite des Blattes lange Zeit flach und es wächst ein Wall um das Tier herum von der Blattunterseite nach unten. Dort ist das üppigste Wachstum an der Seite des Blattes, wo die Milbe sitzt und es entsteht dadurch eine Erhöhung der Blattfläche. Bei der *Ipomoea*, einer echten Beutelgalle, ist dies nun gerade umgekehrt. Das Wachstum geschieht hier nicht an der Blattunterseite, sondern mehr an der Oberseite und auch hier finden wir, dass die Zellen, welche unmittelbar oberhalb der Milbe liegen, sich nicht oder doch weniger teilen, während die Zellen, welche in einem Kreis um diesen Punkt herumliegen, sich stark vermehren, speciell die, welche im oberen Teil des Blattdurchschnittes gelegen sind. So wird eine nach oben gewölbte Kappe gebildet und zu gleicher Zeit ein Raum um die Milbe herum.

In Figur 34 findet man dann ein älteres Stadium, wobei der Beutel schon ziemlich stark über das Blatt hervorgewölbt ist, und die Milbe in einem Raum liegt, der noch durch eine breite Öffnung nach aussen mündet. Erst hiernach entsteht der Mündungswall.

Frank [1]) schreibt, dass der Mündungswall zuerst entsteht, und

---

1) Krankheiten der Pflanzen. Band III. Seite 54.

auch bei anderen Autoren finden wir die Meinung verkündigt, dass dies bei Milbengallen allgemein sei. Dem ist aber nicht so. Die Galle welche FRANK in seiner Figur 12 A abbildet, gehört wahrscheinlich zu den Gallen, wie die auf *Cinnamomum zeylanicum*. Die Entwicklung dieser Art Gallen verläuft aber ganz verschieden von der der Beutelgallen, wie auf *Ipomoea*. Ihrer Entstehung nach ist der Mündungswall dieser letzten Art Gallen etwas ganz anderes als bei der Galle auf *Cinnamomum*, deren ganze Gallen dann mit ihr zu vergleichen wären. Eigentlich kann man bei der Cinn.-Galle nicht mehr von einer Galle mit Mündungswall sprechen, wir haben dort vielmehr eine echte Umwallungsgalle vor uns.

Wenn der Beutel der Ipomoea-Galle schon deutlich zu sehen ist, (Figur 34) entsteht der Mündungswall (Figur 35). Der Beutel selbst wächst in diesem Stadium nur sehr wenig und die Zellen, welche an der Unterseite der Galle ringsum die Eingangsöffnung gelegen sind, teilen sich sehr stark. Auf diese Weise entsteht ein echter Mündungswall.

Wenn die Galle das in Figur 35 abgebildete Stadium erreicht hat, fangen die Blätter an sich zu spreiten und wenn die Galle nur ein wenig älter ist, ist auch das Blatt selbst schon ganz flach und entwickeln sich Galle und Blatt rasch weiter. Bei dieser Entwicklung finden zu gleicher Zeit drei Prozesse statt. Zu gleicher Zeit entwickelt sich der Mündungswall weiter, wird die Gallenkammer vergrössert und die sich bildenden Gewebswülste teilen die Galle in verschiedene mit einander kommunizierenden Kammern.

Die Entwicklung des Mündungswalles geschieht sehr schnell, und schon lange bevor die übrigen Gallenteile sich ganz entwickelt haben, ist dieser fertig. Es entsteht eine Art Schornstein mit sehr engem, etwas gebogenem Kanal. Die äussersten Ränder des Walles greifen teilweise über einander, sind auch nicht ganz regelmässig, sondern zeigen hier und da Buckeln und Falten (vergleiche Figur 33 rechts). Man kann hier noch besser als in Figur 30 sehen, wie eng der Eingangskanal ist. Die Epidermiszellen des Mündungswalles sind etwas grösser, was auch in der

Figur deutlich ist. Weiter findet man ein zartes, wenig differenziertes Gewebe, dessen Zellen in der Längsrichtung des Walles gestellt sind.

Wie man aus Figur 30 sehen kann, biegt das Blatt um die Galle ein wenig nach unten ein, und so ensteht eine Vertiefung in deren Zentrum der Mündungswall nach unten ragt. Die Vertiefungen geben der Unterseite des Blattes ein sehr unregelmässiges Aussehen, wie das auch in dem rechten Blatt der auf Tafel XXVI abgebildeten Figur deutlich zu sehen ist.

Auch der Umfang der Galle nimmt rasch zu und sie wird fast kugelig, 3 mm im Durchschnitt. Die Gallenkammer wird aber nicht so geräumig, denn sobald die Galle etwas grösser ist, als in Figur 35, entstehen Gewebswülste, welche von der Wand nach innen wachsen und bei dem Wachstum der Galle auch immer grösser werden, sich wieder verzweigen, bis die ganze Gallenkammer in kleine Räume verteilt ist, sodass endlich die Eingangsöffnung erst in einen Kanal, und dann in ein Kammersystem führt, die beide ganz unregelmässig sind. Ob nun bei dieser Galle die Entstehung der primären Gewebswülste auch von den jungen Milben oder von deren Eier abhängig ist, können wir nicht angeben, da uns hierzu nicht solche günstigeu Stadien vorlagen, wie bei der Galle auf *Cinnamomum*. Jedenfalls ist auch hier lange nur eine Milbe zu finden und geschehen die wichtigsten Veränderungen des Blattes, die zur Gallenbildung führen, unter Einfluss von nur einer Milbe, welche man so zu sagen, wie das schon bei den Läusegallen geschieht, die Gallenmutter nennen kann.

Erst wenn die Galle das in Figur 35 abgebildete Stadium erreicht hat und die Kammer sich schon etwas gedehnt hat, findet man mehrere Eier in der Galle und dann entstehen auch die einwachsenden Gewebswülste. Es ist also möglich, dass auch bei dieser Galle diese weitere Entwicklung durch den Einfluss der neuen Tiere hervorgerufen wird.

Die Anatomie der Cinnamomum-Galle erwies sich als sehr einfach, es fand sich dort eine Schicht von Nahrungsgewebe, welche die Galleninnenwand bekleidet, dann ein Gewebe aus

einander fast gleichen Zellen bestehend, das den Rest der Wand bildet. In der Mitte dieser homogenen Zellen findet man dann die Gefässbündelstränge.

Anfangs ist auch die Galle auf *Ipomoea* so einfach gebaut, doch entstehen hier verschiedene Änderungen, wodurch diese Galle eine deutliche Schichtung von auf einander folgenden Geweben zeigt, wie das auch so deutlich bei den höheren Gallen zu Tage tritt.

Vergleichen wir hierzu die Figur 32. Die Gallenkammerwand wird wieder von den schon beschriebenen Zellen gebildet, welche vergrössert sind und von dichtem Zytoplasma gefüllt. In diesem Stadium, das nach einer Galle gezeichnet ist, die noch lange nicht erwachsen war, aber doch älter als die in Figur 35 abgebildete, zeigen sich in dem Zytoplasma eine oder mehrere Vakuolen, welche nach der Aussenwand der Zelle hin gelegen sind. Die Zellen haben in diesem Stadium noch normal gebaute Kerne, welche nur viel grösser sind als die in anderen Gewebszellen.

Dicht unter diesen Wandzellen, meistens fest an sie anschliessend, liegt ein Gewebe, aus kleinen, fast runden Zellen bestehend, welches ein bis drei Zellenschichte dick ist und sich auch innerhalb der Gewebswülste fortsetzt (Figur 32 *chl*). Diese kleinen Zellen bilden das Chlorophyllgewebe der Galle. Man findet darin kleine Kerne und kleine Chlorophyllkörner nebst viel Amylum. Von innen weiter nach aussen gehend, findet man dann wieder andere Zellen, welche die übrige Wand der Galle bilden. Diese Zellen sind viel grösser, haben einen kleinen Kern (doch nicht so klein, wie die der Chlorophyllzellen) und äusserst wenig Zytoplasma. Dieses ungefähr 5—6 Zellenschichten dicke Gewebe verursacht die lichte Farbe der Gallen, welche eine etwas mehr durchsichtige Oberfläche haben, als das normale Blatt. In diesem Gewebe liegen auch die Gefässbündel der Galle, die sehr dünn sind und sich auch in den Gewebswülsten fortsetzen.

Wir finden in diesem Gallen also deutlich drei Gewebslagen, ein Nahrungsgewebe, ein Chlorophyll-führendes Gewebe und

zuletzt ein parenchymatisches, Zytoplasma-armes Gewebe Hierdurch erweist sich diese Galle als eine der höchststehenden Gallen, welche von Milben hervorgerufen werden. Auch in anderen Beziehungen weicht sie von den meisten Phytoptengallen ab, worauf wir schon gewiesen haben. u. a. der völlige Abwesendheit von Haaren, sowohl in der Galle, wie auf dem Mündungswall. Es sind schon Milbengallen bekannt, welche keine Haare im Innern zeigen, jedoch finden sich diese dann fast immer wohl als Verschluss der Eingangsöffnung. Bei der Galle auf *Cinnamomum* sahen wir, dass anfänglich sich üppig Haare entwickelten (Figur 27); dass, wenn der Ringwall über die Milbe gewachsen war, diese Haare nur noch in der Eingangsöffnung vorkamen, und dass erst viel später die eigentlichen Gallenhaare, welche die erwachsene Galle fast ausfüllen, entstehen. (Figur 5). Lange Zeit verharrt die Ipomoea-galle in dem eben beschriebenen Zustand selbst wenn alle Gewebswülste ausgewachsen sind und die Galle äusserlich fertig dasteht. Aber allmählig treten mehrere Veränderungen auf. Zuerst verschwindet das Chlorophyll zum grössten Teil aus den Zellen des Chlorophyllgewebes (Figur 29 *chl*); die Galle wird dadurch viel lichter und unterscheidet sich mehr und mehr von der Blattfläche selbst. Die Wandzellen haben auch verschiedene Veränderungen durchgemacht (siehe Figur 29). Die Zellen sind noch viel grösser geworden und das Zytoplasma ist viel grober gekörnt. Auch die Vacuolen sind bedeutend stärker entwickelt, und nicht nur an der Aussenwand der Zelle zu finden. Am meisten sind aber die Kerne verändert. Sie zeigen alle Eigentümlichkeiten die schon oft an Kernen von Milbengallen konstatiert worden sind. Sie sind erstens viel grösser geworden, haben dabei einen ganz unregelmässigen Umriss bekommen. Die Nukleoli sind viel deutlicher und das Chromatin färbt sich stärker als sonst. Diese Erscheinungen treten bei dieser Galle erst spät auf.

DIE MILBENGALLE AUF *NEPHROLEPIS BISERRATA* SCHOTT [1]).

(= *N. acuta* Pr.)

(Hierzu Tafel XXVII und XXXI, mit den Figuren 4 und 39—49).

Die dritte untersuchte Galle war die Milbengalle auf *Nephrolepis biserrata*. Diese Pflanze kommt in unserer Umgebung auch häufig vor und vornehmlich an denselben Stellen wie die *Ipomoea*. Auf den, nur selten angebauten Gehängen den Flüssen entlang wachsen sie öfters zwischen den Steinen, welche überall auf den Uferabhängen liegen. Ferner findet man diese Pflanzen viel unter Bambugebüsch und an Wegrändern, die eine ursprünglichere Vegetation zeigen, als es sonst der Fall ist. An diesen Fundstellen ist es immer feucht, sie bieten den Pflanzen das ganze Jahr hindurch alle Bedingungen zu üppigem Wachstum. Die Farne bilden denn auch immer wieder neue Blätter und auf diesen fanden wir auch meistens junge Gallen, während auf den älteren Blättern erwachsene Gallen zu finden waren, wenn auch nicht immer zahlreich.

Nephrolepis hat lange, gefiederte Blätter, deren Blättchen lang dreieckig sind mit glatten Rändern. Das Vorkommen der Gallen auf diesen Teilblättchen ist anders als bei der Zimmtgalle und der Galle auf *Ipomoea*. Dort sassen die Gallen zu vielen auf der Blattspreite zerstreut, und ragten am stärksten an der Oberseite hervor. Hier aber finden sie sich nur an den Blatträndern, wo sie Verdickungen bilden, die 1 bis ungefähr 4 mm breit und ebenso dick sein können. Die Verdickungen sind am Aussenrande am stärksten, während sie nach der Seite des Mittelnerves des Blättchens hin allmählig dünner werden und nahe diesen oder schon auf der Hälfte der Spreite in den normalen Blattdurchschnitt übergehen. Jedes Blättchen trägt meistens mehrere Gallen, oft einige so dicht neben einander, dass sie zusammen ein grösseres Gebilde zu formen scheinen.

---

1) Einige Gallen aus Java. Marcellia, Vol. VIII. N°. 16, mit Fig. 11*a* und b. Seite 31.

Schon auf den jüngsten, eben entfalteten Blättchen sind die Missbildungen zu finden. Sie zeigen sich dann als sehr kleine Auftreibungen im Blattrande, der weiter nicht dadurch verunstaltet ist und glatt bleibt. Die Auftreibungen sind annähernd dreieckig mit ihrem Basis nach aussen gekehrt Mit der weiteren Ausbildung der Galle werden sie stärker; der Querschnitt wird dicker, aber auch in der Richtung der Blattebene dehnt sich die Galle und zwar mehr als der normale Teil des Blättchens. Dadurch bleibt die Galle nicht in der Ebene des Blättchens liegen, sondern wird nach oben oder unten vorgebogen, obwohl die Auftreibung selbst ungefähr eben stark nach beiden Seiten auswächst. Die sonst flach ausgebreiteten Blättchen bekommen dadurch ein unregelmässiges Aussehen und das ganze Blatt erscheint zunächst verkrüppelt und verunstaltet.

Die Farbe der Gallen unterscheidet sich nicht von der des normalen Blattes. Die Oberfläche ist von feinen Grübchen versehen, die etwas nach aussen divergieren, und dadurch die Form der Galle deutlicher hervortreten lassen; die Gallen sind ja nach dem Aussenrande auch breiter als nach der Seite des Mittelnerves zu. In der Mitte des breiten Aussenrandes ist die Gallenwand eingebogen. Hier liegt die Öffnung, die nur ein rundes Löchlein darstellt oder auch eine mehr oder weniger deutliche Grube, welche parallel der Blattfläche verläuft und eine bräunliche Farbe zeigt. Sie führt durch eine feine Spalte in das Galleninnere.

Die Figur 4 gibt zwei Abbildungen von Blattstücken, welche mehrere Milbengallen tragen, die, wie deutlich sichtbar ist, teilweise nach oben, teilweise nach unten gekehrt sind und worauf die Grübchen sowie die Einbuchtung am äusseren Rande zu erkennen sind. Es dauert ziemlich lange, bevor ein Blatt dieser Farne sich ganz entfaltet hat. Die ersten Blättchen sind schon ganz erwachsen, dunkelgrün und glänzend, wenn dass eingerollte Ende des Wedels noch immer neue Blättchen liefert, die durch ihre dichte Bedeckung von vielzelligen weissen Haaren, lichtgrün und matt aussehen. Da die Infektion, wie wir im nächsten Abschnitt weiter sehen werden, schon im einge-

rollten Blattwedel stattfindet, und die eben entfalteten Blättchen schon kleine Gallen zeigen, kommt es oft vor, dass ein Blatt Gallen in allen Stadien ihrer Entwicklung trägt. Wenn die Gallen alt werden, öffnet sich die Grube im Aussenrande, wodurch die Tiere die Gallen leicht verlassen können. Nachher trocknen die Gallen aus und werden bräunlich.

Diese Missbildungen kommen auch auf Blättern vor, die auf der Unterseite der Blättchen in regelmässigen Abständen dem ganzen Rand entlang die runden Sori tragen. Die Bildung der Gallen verhindert aber die normale Entwicklung der Sori. Sie nehmen vielfach gerade die Stelle eines Sorus ein und darum dachten wir auch anfänglich, dass sie aus einem Sorus entstanden wären. Eine nähere Untersuchung brachte aber bald zu Tage, dass diese Vorstellung irrtümlich war, denn bisweilen sitzt eine Galle gerade zwischen zwei Sori oder so, dass noch ein Teil desselben sich hat entwickeln können. In jungen Stadien sind auch wohl kleine Gallen neben jungen gut entwickelten Sori zu finden, was sich leicht begreifen lässt, da doch die Gallen am äussersten Rand des Blättchens entstehen, die Sori dagegen etwas mehr nach dem Mittelnerv zu. Beim späteren Wachstum aber, wenn die Schwellung schliesslich bisweilen fast bis zum Mittelnerven fortgeschritten ist, werden die Sori ganz verdrängt; Reste derselben, nähmlich einzelne Sporangien, findet man zuweilen noch auf den Gallen.

Das Leben des Gallentieres.

Wie gesagt, sind die Milbengallen auf *Nephrolepis biserrata* das ganze Jahr hindurch zu finden, und da die Pflanzen auch immer wieder neue Blätter bilden, haben die Tiere stets Gelegenheit, junge Organe zu infektieren. Die Infektion findet statt im Innern der eingerollten Blätter, das heisst, die Tiere kriechen zwischen die noch eingerollten Blättchen und legen sich an dieselben. Die pflanzlichen Gewebe reagieren schnell darauf und sogleich, wenn die Blättchen sich entfalten, sind auch schon sehr kleine Verdickungen daran sichtbar. Es dauert

ziemlich lange, bevor alle Blättchen von so einem langen Blatte entfaltet und erwachsen sind, und so findet die Infektion auch nicht auf einmal statt, sondern nach und nach. Jedesmal werden nur die äussersten Blättchen des Wedels infiziert und nachdem diese entfaltet sind, werden wieder neue befallen.

Ein solches Blatt bietet den Milben ähnliche Lebensbedingungen, wie ein ganzer Spross den meisten anderen Milbenarten, u. a. auch den beiden von uns behandelten. Dort krochen die Tiere, welche die alten Gallen verliessen, nach dem Sprossgipfel und infizierten hier die jungen Blätter in der Knospe und die Tiere der neu-entstandenen Gallen wiederholen später denselben Vorgang u. z. w.

Doch zeigt sich hier ein grosser Unterschied: die Sprosse haben ein so zu sagen unbegrenztes Wachstum, die Farnblätter dagegen ein begrenztes. Im letzten Falle bricht ein Zeitpunkt an, wo das ganze Blatt sich entfaltet hat, und an der Spitze desselben keine jungen infizierbaren Blättchen mehr finden. Sie müssen also ein neues Blatt in der Mitte der Pflanze aufsuchen, das sie von Neuem infizieren können.

Eine Milbe, die ein junges Blättchen infiziert, legt sich irgendwo an den Rand desselben und bald darauf entsteht eine Verdickung, welche von Haaren besetzt ist, die die Milbe umgeben. An der Seite der Milbe wächst dann die Blattspreite wallförmig hervor, und schliesst das Tierchen mehr und mehr ein. Der Wall überwächst es und die Wände nähern sich, bis endlich nur eine feine Spalte übrig bleibt. Die Entwicklung der Galle wird natürlich im folgenden Abschnitt noch ausführlicher besprochen.

In der so gebildeten Galle legt die Milbe viele Eier ab und die aus diesen ausschlüpfenden Tierchen bleiben alle in der Galle, die dann im Innern durch verschiedene Wucherungen in mehreren Kammern verteilt wird, worin sich die Tiere reichlich vermehren. Die alten Gallen werden von den Tieren verlassen, diese kriechen nach jungen Teilen und infizieren diese aufs Neue.

Die Blättchen werden schon infiziert, wenn sie noch eingerollt sind. Um dieses bestätigen zu können, fixierten wir die eingerollten Spitzen von Blättern deren ältere Teilblättchen und auch die eben vom Wedel abgebogenen Blättchen junge Gallen trugen.

Die jungen Blättchen sind mit einem Filz von vielzelligen weissen Haaren überdeckt und so zeigten dann auch die Präparate eine grosse Menge derselben zwischen den Blattdurchschnitten. In der Mitte des Blattwedels, zwischen diesen Haaren, lagen einige Phytopten, die sich aber noch nicht dem Blättchen angelegt hatten; auch war noch kein Einfluss von ihnen auf den umliegenden Pflanzenteilen zu konstatieren.

Ein weiteres Stadium zeigt Figur 43. Hier haben wir den äusseren Rand eines jungen Blättchens im Durchschnitt abgebildet, das von einer Milbe infiziert worden ist, und bereits verschiedene Veränderungen erlitten hat. Zu ihrem Verständniss müssen wir uns erst die Anatomie eines normalen, jungen Blättchens ansehen. Das Gewebe desselben ist wenig differenziert. Es zeigt nur ein Ober- und Unterepidermis, die am Rande in einander übergehen, und dazwischen eine Menge rundlicher parenchymatischer Zellen mit Chlorophyll, in denen keine weitere Differenzierung zu erkennen ist, wie das eigentlich im erwachsenen Blatt auch nicht der Fall ist. Die Gefässbündel sind schon angelegt, besonders deutlich im Mittelnerv, aber nach aussen hin zweigen sich Gefässbündel ab. Die ersten Tracheiden sind schon mit feinen Holzbändern ausgebildet. Figur 43 zeigt nun so ein junges Blättchen, an welches sich eine Milbe angelegt hat, und das sich infolgedessen geändert hat. Erstens ist der Rand auf der infizierten Stelle verdickt, der Durchschnitt ist grösser geworden und der äusserste Rand, der sonst ganz dünn ist, und nur von den beiden in einander übergehenden Epidermes gebildet wird, ist hier breit und abgeflacht.

Die Epidermes sind wieder zu erkennen an ihren ziemlich

regelmässigen Zellen; sie überziehen die Schwellung. Dabei sind an vielen Stellen ihre Zellen zu Haaren ausgewachsen, d. h. an der Unterseite der Verdickung und auf dem verbreiterten Aussenrand. Die Epidermiszellen, welche zu Haaren auswachsen, verlängern sich stark und erleiden dann bald Querteilungen. Dadurch entstehen mehrzellige Gebilde, die sich auch verzweigen, anfangs dichotom, und später entstehen mehrere Äste. Die meisten dieser Haare haben kurze kubenförmige Zellen; einzelne jedoch sind aus langen, schmalen Zellen aufgebaut und sind sehr in die Länge gezogen. Es sind vornehmlich diese letzteren, welche das Tier, das sich an der Unterseite des geschwollenen Blattrandes befand, umgeben und einschliessen, indem sie sich über das Tier hinwölben. Die Stelle, wo das Tier lag, ist mit dem Zeichen T angegeben.

Das junge Gefässbündel ist deutlich zu erkennen, und setzt sich auch in die Verdickung fort. Sein Ende ist nur noch eben angelegt, die Elemente sind viel länger und dünner, als das umliegende Gewebe, aber die spiraligen Tracheiden sind noch nicht gebildet. Die letzten derselben finden sich gerade vor der Schwellung, wie in der Figur 43 zu sehen ist.

Diese Galle stellt also einen noch sehr jugendlichen Stadium dar, indem sie nur von einem einzigen Tierchen bewohnt wird, das vorläufig nur noch von Haaren und nicht von mehrzelligen Gallgewebe umwachsen ist.

Merkwürdig ist bei dieser Galle, dass die Epidermiszellen nicht deutlich höher werden, als an den nicht infizierten Teile, wie das gerade bei den beiden anderen Gallen als die erste Folge der Infektion zu erkennen war. Bei der weiteren Entwicklung wächst das Blattgewebe zu einer eigentlichen Galle um das Tier herum. Es wird hier wieder eine Art Wall gebildet, der aber nicht genau neben und um das Tier auswächst, sondern in einiger Entfernung desselben, nämlich an den stellen, die in der Zeichnung Figur 43 durch die Basis der Haare, welche die Milbe umgeben, eingenommen werden. Hier finden mehrere Zellteilungen statt und dadurch wächst die Epidermis, aber auch das darunterliegende parenchymatische Gewebe em-

por. Zu gleicher Zeit wird auch die ganze Verdickung noch stärker, zumal an der Seite, welche von der Milbe abgekehrt ist, also an der ursprünglichen Blattoberseite.

Die Form, welche die Galle in dieser Periode bekommt, ist abhängig von der Stelle, wo sich die Milbe angelegt hat. Wenn sie ganz nahe dem Rande, aber doch deutlich an die Unterseite des Blättchens sich angelegt hat, (wie Figur 43 zeigt) so entsteht der Wall an der einen Seite des Tieres aus Gewebe der Blattunterseite (Figur 47, 49 und 39).

Lag das Tier im Anfang aber genau auf dem äusseren Blattrand, so verdickt sich dieser regelmässig und symmetrisch; er schwillt keulenförmig an, Figur 41. Beim weiteren Wachstum bildet sich dann der Wall ebenfalls symmetrisch aus. Er besteht nur aus Randgewebe und ist auf dem Durchschnitt also links und rechts von der Verdickung zu erkennen. wie das die Figur 41 zeigt. So entsteht dann eine symmetrische Galle, die so zu sagen quer zum Blatt gestellt ist.

Wenn wir den Entwicklungsgang dieser Galle vergleichen mit der Entwicklung der Gallen auf *Cinnamomum* und *Ipomoea*, so stellt sich gleich heraus, dass die Galle auf *Nephrolepis* am meisten übereinstimmt mit derjenigen auf *Cinnamomum*. Es bildet sich bei beiden ein Ringwall, der die Milbe mehr und mehr überwächst. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich aber darin, dass auf *Nephrolepis* die Entwicklung des Ringwalles nicht der erste gut sichtbare Anfang der Gallenbildung ist, sondern es findet zuerst eine ziemlich starke Verdickung statt, wodurch die Gallen schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen sind, ehe noch eine Spur von einer Umwallung zu finden ist.

Wie wir weiter sehen werden, verlaufen die weiteren Entwicklungsstadien der *Nephrolepis*-Galle sehr ähnlich denjenigen der Zimmtgalle.

In Figur 41 ist ein weiteres Stadium der Gallenbildung dargestellt. Der Wall ist hier schon sehr deutlich ausgewachsen und umkreist einen ziemlich grossen Raum. Auf dem Wall und im von ihm eingeschlossenen Raume haben sich viele Trichome gebildet. Der Wall wächst dann weiter zuerst vertical nach

oben, dann aber biegt sich der Rand, beim weiteren Wachstum des Walles, nach innen zu. Die Öffnung, die erst ebenso gross war als wie der Raum an der Basis des Walles, wird dadurch allmählig enger und das Tier mehr vom Gewebe eingeschlossen. Oben auf dem Ring stehen viele Haare, welche über die Öffnung ragen und diese einigermassen verschliessen. Die Figuren 47 und 49 geben Durchschnitte von Gallen in diesem Stadium wieder. Figur 49 zeigt eine ganz asymmetrische Galle, bei der die Öffnung an der Blattuntorseite liegt. Zugleich sei hier bemerkt, dass die asymmetrischen Gallen auch öfters auf der Oberseite des Blattes entstehen.

In Figur 47 ist eine Galle abgebildet, welche einen Übergang darstellt zwischen den symmetrisch und den asymmetrisch angelegten Gallen. Der Gallenraum liegt etwas seitlich und man sieht hier auch wie die asymmetrisch angelegten Gallen später nur wenig oder nicht von den symmetrisch angelegten verschieden sind. Die eine Seite des Walles, auf der Figur die linke, kann nämlich stärker wachsen als die andere, wodurch die Öffnug etwas mehr nach rechts zu liegen kommt. Von den alten Gallen ist meistens nicht sicher mehr zu sagen, ob die Anlage eine symmetrische gewesen ist oder nicht. Meistens sind sie ziemlich symmetrisch und eventuelle Asymmetrie kann auch secundair entstanden sein durch Wachstumsverhältnisse der daneben liegenden Geweben.

Wenn die Galle das Stadium der Figuren 47 und 49 erreicht hat, findet man darin meistens nur noch eine Milbe, aber oft zeigt sich, dass diese schon eine Menge Eier überall an der Wand des inneren Raumes, der jetzt zu einer fast geschlossenen Gallenkammer geworden ist, abgelegt hat. Wenn die Tierchen ausgeschlupft sind, wächst die Galle weiter aus. Erstens nähern sich die obere Teile des Walles noch mehr und wird die Öffnung dadurch immer kleiner, bis sie schliesslich nur einen ganz engen Eingang zur Gallenkammer bildet.

Im Innern finden ebenfalls Änderungen statt. Die Wand der Gallenkammer, die erst glatt ist, obwohl sie von vielen Haaren besetzt ist, beginnt an verschiedenen Stellen in den Raum hin-

ein zu wachsen. Ob dieser Vorgang von den Tierchen veranlasst wird und die Wand um jede Milbe herum auswächst, haben wir nicht sehen können. Wir vermuten wohl, dass dies auch hier der Fall ist, da das Auswachsen der Wand mit dem Auftreten von mehreren Tierchen in der Kammer zusammenfällt. Dabei fällt auf, dass es in erster Stelle die Haare auf der Kammerwand sind die anfangen sich auszubilden, und wir haben gesehen, dass das Auftreten von Haaren auch gleich die Folge war von der Infektion der ersten Milbe auf dem Blattrande. Die Haare, welche auf der Kammerwand entstehen, sind überhaupt vom Anfang an etwas verschieden von denen, die auf der Ringwall sitzen; während die letzteren aus langen, schmalen Zellen bestehen, haben die ersteren kürzere, breite Zellen und ragen denn auch im ganzen nicht so weit hervor, wie die anderen. Über diese Haare, verglichen mit denen, welche die jungen Blätter bedecken, wollen wir nachher noch etwas mehr sagen.

Bei der weiteren Ausbildung der Gallen fangen nun die Haare auf der Kammerwand an mehr aus zu wachsen. Bis dahin waren diese unverzweigt oder nur dichotom geteilt und ihre Zellen lagen in einer Reihe hinter einander. Bald aber finden mehrere Teilungen statt in verschiedenen Richtungen, sodass die Haare zu Stämmchen von mehreren Zellen in Durchmesser werden. Dabei entstehen auch überall viele, sei es oft kurze, Seitenzweigen. Die Haare werden also zu vielzelligen, mehrmals verzweigten Gebilden. Die Figuren 40, 42 und 48 sind alle nach Haaren aus dem Inneren von ziemlich weit entwickelten Gallen gezeichnet. Die Ausbildung derselben lässt sich daran leicht verfolgen. Figur 40 stellt ein dünnes Haar dar mit länglichen, schmalen Zellen. In dem Haare in Figur 48 sind die Zellen breiter und ist es deutlich, dass mehrere Teilungen eben stattgefunden haben. In Figur 42 schliesslich ist ein ganz ausgebildetes Haar wiedergegeben; in diesem Fall ist das Stämmchen sehr dick und gross im Verhältniss zu den Seitenzweigen, es kommt aber auch vor, dass diese länger ausgewachsen sind. Es ist aber überflüssig all die verschiedenen Formen der Haare ab zu bilden und zu besprechen.

Soweit ist die Ausbildung der Galle genau zu verfolgen. Jetzt aber fängt auch das Gewebe unterhalb der Kammerwand an zu wachsen und Wülste zu bilden, die in die Kammer hineinragen. Das Innere wird dadurch in verschiedene Räume verteilt.

Auch diesen Vorgang haben wir schon bei den beiden oben besprochenen Gallen gefunden. Genau wie dort wird zunächst das Galleninnere ganz von Gewebswülsten durchzogen, die alle von zahlreichen Haaren besetzt sind, sodass der Raum fast ausgefüllt erscheint. Es bleibt aber immer noch genügend Platz für Hunderte von Milben. Figur 39 gibt die Abbildung einer erwachsenen Galle; von den Haaren sind nur einzelne gezeichnet. Man sieht, dass die Eingangsöffnung nur noch durch einen engen Kanal in das Galleninnere führt.

Von der eigentlichen Anatomie dieser Galle ist nur sehr wenig zu sagen. Die Epidermis ist immer deutlich zu erkennen, auch in den älteren Gallen, und stellt das Nahrungsgewebe dar. Ihre Zellen sind immer mit reichlichem Protoplasma gefüllt. Aus ihr entstehen die Haare, die also echte Trichome sind. Jedes entsteht aus einer Epidermiszelle, teilt sich aber bald und kann schliesslich zu einem der beschriebenen vielzelligen Gebilde auswachsen.

Auch die Haare, die normal auf den Pflanzen vorkommen, und die jungen Blätter bedecken, entstehen auf dieselbe Weise, nämlich aus einer Epidermiszelle, die sich verlängert und dann teilt. Zunächst aber bilden diese sich zu einer Art Schuppen um, die aus mehreren Zellen bestehen, welche alle in einer Fläche liegen, und nicht solche Stämmchen bilden wei bei den Gallenhaaren. Ihre Zellen sind immer lang und schmal. Es kommen aber gewisse Übergänge vor zwischen diesen schuppenförmigen Haaren und die Gebilden, welche sich in den erwachsenen Gallenkammern finden. Einmal sind die Haare in den jungen Gallen noch einfach und dünn, und weiter sind auch in älteren Gallen die Haare auf der Aussenseite des Ringwalls immer mehr langgereckt und bestehen aus langen dünnen Zellen.

Ausser den Epidermi findet man in der Gallenwand nur parenchymatische, gleichförmige Zellen; diese sind rundlich, kleiner

als die Epidermiszellen und schliessen aneinander. Sie sind vornehmlich in den jungen und halb erwachsenen Gallen dicht mit Stärkekörnern gefüllt, und führen kleine Kerne. Die Gefässbündel setzen sich auch in die Gallenwand fort. In den erwachsenen Gallen ist weniger Stärke zu finden, es liegt hier nur ein Beleg von einer Schicht von Körnern an der Membran. Die Epidermiszellen erleiden wohl einige Veränderung, aber wir fanden nicht solche deutliche wie in den anderen Gallen. Es entsteht wieder in jeder Zelle eine Vacuole (Figur 46) die das Protoplasma mit dem Kerne zur Seite dringt. Dieser letzte bleibt immer regelmässig (Figur 46) und ist nicht gelappt; auch fanden wir nie zwei Kerne in einer Zelle. Auch hierin unterscheidet sich also die Farngalle von den auf *Cinnamomum* und *Ipomoea batatas* beschriebenen. Allein müssen wir noch bemerken, dass wir von der Farngalle nicht solche alten Stadien untersucht haben. Auch die Zellen der Haare verhalten sich sehr normal. Die Kerne sind wohl sehr gross, teilen sich aber mitotisch (siehe Figur 44) und auch in den ältesten Gallen, welche wir untersuchten, waren keine Abweichungen zu konstatieren. Eine Andeutung davon, dass auch diese Galle später dieselben Änderungen zeigen werden könne, fanden wir in der in Figur 45 abgebildeten Zelle, welche direkt unter dem Nahrgewebe lag und einen eigenartigen Kern enthielt.

SCHLUSS.

Die Zahl der von Gallmilben verursachten Pflanzenmissbildungen ist ausserordentlich gross. Viele Hunderte sind schon beschrieben worden und speciell bei intensieveren Untersuchungen der Tropen werden noch wohl viele Milbengallen gefunden werden. Schon in den ältesten Arbeiten, worin Pflanzenkrankheiten erwähnt werden, findet man auch Beschreibungen von diesen Gallen, wobei aber nicht zu verwundern ist, dass wegen ihrer Kleinheit die Gallenerzeuger erst ziemlich spät identifiziert worden sind. Nachdem man die eigentliche Ursache der Krank-

heit gefunden hatte, dauerte es indessen noch viele Jahren, ehe man im Stande war die Milben von einander zu unterscheiden und es haben vornehmlich die Untersuchungen von Nalepa [1]) viel dazu beigetragen, unsere Kenntnisse dieser Tierchen zu vermehren. Heute sind schon eine ganze Anzahl Gallmilben beschrieben und benennt worden, in erster Stelle von Nalepa selbst, doch auch von verschiedenen anderen Forschern.

Thomas [2]) hat in verschiedenen Publikationen eine ausführliche Litteraturübersicht gegeben, und bespricht alle Abhandlungen, welche bis zum Jahre 1873 erschienen sind. Die meisten Arbeiten beschreiben die Krankheiten und ihre Erzeuger, doch liegen über die Biologie der Milben nur äussert wenige Beobachtnngen vor. Einer der ältesten Beobachter ist sicher Vallot, Doch schreibt Thomas, [2]) dass dieser Forscher oft sehr oberflächlich gearbeitet hat, und man sich auf seine Arbeitsn nicht immer verlassen kann. Wir kennen nur seine Studie [3]) über die Milbe, welche Knospengallen an *Taxus baccata* bildet, und die wir in unserem Artikel [4]), der über die gleiche Galle handelt, besprachen. Seine Beobachtungen über diese Gallmilbe waren sehr gut und wir konnten sie zum grössten Teile bestätigen.

Nach den sechziger Jaren sind immer mehr Arbeiten über diese Gallen und ihre Erzeuger erschienen, jedoch haben die von Thomas sicher den grössten Einfluss ausgeübt auf die vielen nun folgenden Untersuchungen über die Biologie der Tierchen und die vielen anderen Fragen, welche beim Studium dieser Pflanzenkrankheiten auftauchen. Thomas hat sicher die Fundamente für das weitere Studium gelegt, und jeden, der in dieser

---

1) A. Nalepa. Beiträge zur Systhematik der Phytopten. 1889, und viele andere Veröffentlichungen.

2) F. Thomas. Über Phytopten und Pflanzenmissbildungen. Zeitschr. f. die gesammt. Naturwiss. Bd. 33. 1869.

idem. Ältere und neuere Beobachtungen über Phytoptocecidien. Selbe Zeitschr. Bd. 49. 1877.

3) Vallot. Mémoires de l'Académie des Sciences de Dijon. 1828—1829, C. R. Seite 111.

4) J. Reijnvaan und W. Docters van Leeuwen. Die Galle von *Eriophyes psilaspis* auf *Taxus baccata* etc. Beihefte z. Botan. Zentrallblatt. Bd. XXIII. 1908. Abteilung 2. Seite 1.

Richtung arbeitet, werden die Mitteilungen dieses Forschers fesseln müssen.

Neben Thomas müssen noch verschiedene andere genannt werden, welche unsere Kenntnisse vermehrt haben, so z. B. Hieronymus, Kieffer, Löw, Schlechtendahl; jedoch wird es nicht nötig sein alle ihre Publikationen aufzuzählen. In neuester Zeit findet man in dem Handbuche über europäische Gallen von Houard [1]) eine, wenn auch nicht immer vollständige Litteraturliste der verschiedenen Autoren.

Die meisten europäischen Milbengallen werden nun wohl schon bekannt und beschrieben sein; viel weniger ist natürlich von den aussereuropäischen bekannt, und eine Erforschung dieses Gebietes wird noch viel neues zum Vorschein bringen; in der Tat nimmt die Zahl der beschriebenen Milbengallen immer mehr zu. Diejenigen Gebiete von Java, welche wir untersuchen konnten sind ausserordentlich reich an Milbengallen. Es werden ungefähr 45 % der von uns gefundenen Gallen durch Milben verursacht.

In seinem bekannten Buche hat Frank [2]) viele Beobachtungen über das Vorkommen, die Entwicklung und die Anatomie der Gallen und über die Lebensweise der Gallbildner veröffentlicht, und wir werden weiter noch Gelegenheit haben ausführlicher hierüber zu sprechen. Erst später sind Arbeiten erschienen, welche gründlich über die Anatomie von Milbengallen handeln; wir nennen die von Molliard, [3]) Huoard, [4]) Fockeu [5]) und in der Publikation von Appel, [6]) sowie in dem vorzüglichen Buche von Küster [7]) findet man viele wichtige Mitteilungen.

---

1) C. Houard. Les Zoocécidies des Plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée. 2 Teile. Literaturliste in Teil 2, Seite 1068.

2) A. B. Frank. Die Krankheiten der Pflanzen. Bd. 3. 1896. Breslau.

3) M. Molliard. Caractères anatom. de deux Phytoptocec. caulinaires internes. Marcellia. Vol. 1. 1902. Seite 21.

4) C. Houard. Recherches anatom. sur les Galles de Tiges: Pleurocécidies. Bulletin scient. de la France et de la Belgique. Tome 38. 1903. Seite 141.

5) H. Fockeu. Recherches anatom. sur les Galles. Étude de quelques Dipteroet Acarocécidies. Thèse doctorat. Paris 1896.

6) C. Appel. Üb. Phyto- und Zoomorphosen. Inaug. Dissertation. Königsberg 1899.

7) E. Küster. Patholog. Pflanzenanatomie. Jena 1903.

Verschiedene von diesen Forschern haben nur die Anatomie der erwachsenen Gallen beschrieben und so bleibt doch noch vieles zu untersuchen übrig. Die Entwicklung, speciell die ersten Stadien derselben, welche für die Lösung von vielen Fragen doch von grosser Wichtigkeit sind, sind oft nur sehr ungenügend bekannt.

Auch Untersuchungen über die Entwicklung von Gallen nicht von Milben verursacht, versprechen noch manches. Nur von wenig Gruppen von Gallinsekten liegen schon ausgedehnte Untersuchungen über die Entwicklung der von ihnen gebildeten Gallen vor. In erster Linie muss hier die grundliegende Arbeit von Beyerinck [1]) über die Entwicklung der Cynipidengallen angeführt werden. Genannter Autor hat neben den Cynipidengallen noch verschiedene Gallen, die von anderen Tierarten gebildet werden, untersucht.

Von den Beutelgallen sind einige schon gut beschrieben, u. a. die bekannte von *Mikiola fagi* auf *Fagus sylvaticus* gebildete Galle, welche Büsgen [2]) und Appel [3]) untersucht haben. Auch die Entwicklungsgeschichte anderer Gallen ist mehr oder weniger bekannt und werden wir vielleicht noch darauf zurückkommen, obwohl wir hier hauptsächlich die Umwallungs- und Beutelgallen besprechen wollen.

Man hat schon öfters versucht die verschiedenen Gallen in einzelne Gruppen einzuteilen, um so eine bessere Übersicht dieser Gebilde zu bekommen. Dies ist aber nicht immer gut gelungen, da die verschiedenen aufgestellten Gruppen nicht scharf von einander zu scheiden waren.

Küster [4]) hat vorgeschlagen die Gallen in kataplastische und prosoplastische einzuteilen, wobei das grösste Gewicht auf den histologischen Bau der Gallen gelegt wird. Zu den kataplastischen Gallen zählt er dann solche, welche in ihrer histologischen

---

1) M. Beyerinck. Beob. über die ersten Entw. stadien einiger Cynipidengallen. Amsterdam 1882.

2) M. Büsgen. Zur Biologie der Galle von *Hormomyia fagi Htg*. Forstl. Naturwiss. Zeitschr. Teil 4. 1895. Seite 9.

3) Siehe Füssnote 6 Seite 154.

4) Path. Pflanzenanatomie. Seite 191.

Struktur nur wenig von jener der normalen Organe abweichen und die Veränderung hauptsächlich auf Zellvergrösserung zurückzuführen ist, wie dies speciell bei vielen von Pilzen und Läusen gebildeten Gallen vorkommt. Zu den Prosoplasmen gehören nach Küster solche, die sich in ihrem Bau, verglichen mit den nicht infizierten Geweben, mehr oder weniger abweichend verhalten. Es ist selbstverständlich, dass diese beiden Gruppen nicht scharf von einander geschieden werden können und man oft in Zweifel ist, zu welcher Gruppe eine bestimmte Galle gerechnet werden soll. Dabei hat diese Einteilung den Nachteil, dass zu der einer Gruppe, nämlich zu den Kataplasmen, so viel weniger Formen gezählt werden können, als zu der andern Gruppe. Man hat denn auch noch viele andere Einteilungen zu machen versucht.

Die Prosoplasmen hat Küster wieder in vier Gruppen verteilt:

1. Die Faltungsgallen, welche entstehen wenn ein Organ, in diesem Fall ein Blatt, sich umschlägt. Dabei giebt der Autor an, dass bei diesen, in Gegenstellung zu den kataplasmatischen Faltungsgallen, eine Veränderung der Geweben stattfinden soll.

2. Die Beutelgallen, welche auch an Blättern entstehen, wenn eine sehr kleine Stelle sich abnorm vergrössert und nach oben oder unten eine mehr oder weniger abgeschlossene Höhle entsteht. Diese Gallen werden meistens von Milben gebildet.

3. Die Umwallungsgallen. Zu diesen gehören eine grosse Anzahl Gallen, welche entstehen, indem das infizierte Gewebe um ein erwachsenes Tier, eine Larve oder ein Ei herumwächst, also einen Wall bildet, welcher sich allmählich über das Tier hin entwickelt, und dieses völlig einschliesst. Hierbei kann der gebildete Raum ganz von der Umgebung abgeschlossen werden, oder es bleibt eine Öffnung bestehen. Es sind dies die Gallen, welche Appel [1]) Kammergallen genannt hat, eine nicht sehr glückliche Bezeichnung, da die meisten Gallen eine Kammer besitzen, und es auch nicht immer zutrifft, dass sie bei normaler Entwicklung später einen Eingang nicht mehr erkennen

---

1) Appel. Üb. Phyto und Zoomorph. Königsberg 1899. Seite 10.

lassen. Küster giebt an, dass die „typischen" Umwallungsgallen durch zahlreiche Übergangsformen mit den „typischen" Beutelgallen verbunden sind, wobei er dann speciell die mit Mündungswall versehenen Beutelgallen nennt.

Dies ist, meinen wir, doch nicht so einfach, wie Küster sich das vorstellt. Die Beutelgallen mit Mündungswall haben wahrscheinlich eine ganz andere Entwicklung, als die Umwallungsgallen durch zu machen, und die Angabe Franks [1]), dass der Mündungswall eher entsteht als der Beutel ist ebenso, soweit wir gefunden haben, nicht immer richtig, da zudem die von diesem Untersucher als Beispiel angeführte Galle auf *Salix Capraea* (siehe seine Figur 12) wahrscheinlich keine Beutelgalle mit Mündungswall, sondern eine Umwallungsgalle ist; was auch Küster [2]) selbst angiebt, indem er sagt: „die Tiere sind von dem wuchernden Gewebe der Blattlamina umwallt worden".

Es ist nun möglich, dass das Tier erst von den wuchernden Geweben eingeschlossen wird, wie das bei den von Büsgen [3]) und Appel [4]) untersuchte Galle von *Mikiola fagi* auf *Fagus sylvatlcus* der Fall ist. Hierbei entsteht erst ein Wall, und wenn das Tier ganz eingeschlossen ist, entwickelt die Blattfläche an der anderen Seite sich sehr schnell zu einer grossen beutelförmigen Galle. In diesem Fall haben wir denn auch meint Küster, eine Art Übergang zwischen Beutel- und Umwallungsgallen.

4. Bei diesen Formen spielt sich die ganze Entwicklnng der Galle von Anfang an im Innern des gallentragenden Organes ab. Mit diesen haben wir uns hier nicht weiter zu beschäftigen.

Bei den nachfolgenden Besprechungen kommen die unter 2 und 3 genannten Gallen in Betracht. Mir wollen hier erst eine Übersicht der Resultate geben, welche wir bei den drei von uns studierten Gallen erhalten haben.

Die Galle auf *Ipomoea batatas* war eine deutliche Beutelgalle mit Mündungswall. Wie aus Figur 34 hervorgeht, entsteht all-

---

1) Frank. Krankh. d. Pflanzen. Bd. 3. Seite 54.
2) Küster. Path. Pfl.anatomie. Seite 217.
3) Biologie der Galle v. *Hormomyia Fagi*. Forstl. Naturw. Zeitschr. Bd. 4. 1895.
4) Siehe Fûssnote S. 156.

mählig eine kugelförmige Höhle, worin die Milbe sitzt. Mit der Aussenluft steht diese Höhle durch eine ziemlich weite Öffnung in Verbindung. Weiter konnte konstatiert werden, dass gar keine Haare angelegt werden, und dass diejenigen, welche die jungen Blätter zur Zeit der Infektion bedeckten, abfallen; zweitens erwies sich beim weiteren Studium, dass der Mündungswall erst entsteht, wenn der Beutel schon deutlich sichtbar ist. Erst dann wächst das Gewebe, das unmittelbar um die Ausgangsöffnung liegt, stark aus und bildet einen Hügel, welcher im Innern einen feinen Kanal einschliesst. So entsteht bei dieser Galle die eigentliche Mündungswall. Es ist natürlich möglich, dass auch Milbenbeutelgallen bestehen, bei welchem zuerst der Mündungswall entsteht, aber das Beispiel, das Frank anführt, betrifft, wie wir schon gesagt haben und soweit wir das hier beurteilen können, nicht eine Beutelgalle mit Mündungswall, sondern eine typische Umwallungsgalle.

Die Blätter sind im ersten Stadium der Infektion noch nicht von der Triebspitze abgebogen. Sie sind noch sehr wenig differenziert und bestehen hauptsächlich aus kleinen runden Zellen, welche einander annäherend gleich sind. Der erste Einfluss der Infektion besteht bei dieser Galle lediglich darin, dass die Epidermiszellen an der betreffenden Stelle sich vergrössere, höher werden und dass die Zellen, welche oberhalb dieser Stelle liegen, sich nicht weiter entwickeln. Während also in der nächsten Umgebung der Infektionsstelle die Blätter sich weiter differenzieren und die verschiedenen Gewebe deutlich sichtbar werden, behält die Stelle, welche die Milbe infektiert hat, ihren embryonalen Karakter. Erst wenn die Blätter sich schon eine kleine Strecke von der Stengelspitze entfernt haben, aber noch zusammengeklappt und sehr klein sind, fängt die Galle an zu wachsen und entsteht bald das in Figur 36 abgebildete Stadium. Die infektierte Stelle ist im Durchschnitt wie ein helles Fleckchen zu sehen, wie Thomas [1]) das auch schon beschrieben hat.

---

1) Thomas. Entwicklungsgeschichte zweier *Phyloptus*-gallen an *Prunus*. Giebels Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd. 39. 1872.

Unter Einfluss des Gallenreizes verharren also die betroffenen Gewebe im Stadium, in dem sie sich bei der Infektion befanden und entwickeln sich nicht zu normalen Blattteilen, sondern ihr Entwicklungsgang wird durch das Tier geändert und es entsteht eine Gallenwucherung. Es ist hier also nicht ein Zurückkehren zu einem ursprünglichen Zustand, wie das bei anderen Gallen gefunden worden ist, indem erst ein homogenes Grundgewebe gebildet wird, sondern die Gewebe bleiben einige Zeit in ihrer Entwicklung zurück, um sich dann zu etwas ganz anderem, als sie ursprünglich bestimmt waren, zu entwickeln. Die Reize, welche die Zellen zur Entwicklung des Blattgewebes führen sollen, werden also vom Gallenreiz unwirksam gemacht.

Die Galle auf *Cinnamomum* gehört zu den Umwallungsgallen von Küster, oder zu den Kammergallen von Appel. Die Entstehungsweise solcher Gallen ist durch die Untersuchungen von Beyerinck, Appel, Büsgen, Küstenmacher [1]) u. A. bekannt geworden und sie gehören zu den Gallen, welche entwicklungsgeschichtlich am besten studiert sind. In grossen Zügen und in feineren Details kennt man schon ihre Entwicklung. Bei allen untersuchten Fällen bleibt das Gewebe unmittelbar unter dem Ei, der Larve oder dem Gallentier selbst in Ruhe, oder entwickelt sich wesentlich langsamer als die umliegenden Zellen, welche in kräftiger Vermehrung begriffen sind und so entsteht ein immer höherwachsenden ringförmiger Wall, welcher das Tier mehr und mehr umhüllt und schliesslich zusammenwächst. Nun können zwei Möglichkeiten eintreten: entweder der Rand des Walles verwächst ganz und die Kammer wird von der Umgebung abgeschlossen, oder der Rand des Walles verwächst nicht ganz und es bleibt ein feiner Kanal bestehen, der die Gallenkammer mit der Aussenluft in steter Verbindung hält. Ob diese Öffnung mit Haaren verschlossen wird (wie meistens gescheht) oder nicht, ist von untergeordneter Wichtigkeit für dieses Problem.

---

1) M. Küstenmacher. Beitr. z. Kenntniss der Gallenbildungen. Jahrb. f. wiss. Botan. Teil 26. Seite 82. 1894.

Auch bei der *Cinnamomum*galle war die Infektion eine sehr frühe. Die allerersten Stadien fanden wir (Figur 28) auf einem noch in der Knospe eingeschlossenen Blatte. Auch hier war das Blattgewebe noch äusserst wenig differenziert, die Zellen waren einander annäherend gleich. Hier war das erste Zeichen der Infektion die Vergrösserung der Epidermiszellen daneben eine Haarentwicklung und weitere Veränderungen traten nicht auf bis sich das Blatt zu entfalten anfing. Zu der Zeit haben die Blattzellen sich schon mehr differenziert und haben wir hier wieder einen Fall vor uns, wo der Gallenreiz anfänglich auf nur sehr wenig differenzierte, also embryonale Gewebe einwirkt, diese einige Zeit auf ihrem niedrigen Stadium zurückhält, und erst dann, wenn die übrigen nicht infektierten Gewebe sich weiter mehr entwickelt haben, fangen die infektierten Zellen an, einen ganz anderen Entwicklungsgang zu folgen. Auch hier also keine Rückkehr, sondern ein zeitliches Verharren.

Auch bei der Farngalle finden wir etwas ähnliches. Der erste Anfang der Gallenentwicklung zeigt sich dabei schon an den Blättchen in dem noch eingerollten Blattwedel. Auch hier entwickeln sich die Zellen welche, in judendlichem, embryonalem Zustand sind, allmählig zu den Geweben der Galle, in einer Zeit, wo die übrigen Blattgewebe schon weiter ausgebildet sind; doch ist dieser Vorgang hier nicht so deutlich zu erkennen, wie bei den beiden besprochenen Phanerogamen, da die Blätter der Farne nicht so hoch differenziert sind.

Über die ersten Entwicklungsstadien der Milbengallen liegen nu wenig Untersuchungen vor. Fockeu [1]), dessen Abhandlung wir von einigen Jahren gelesen haben, aber seither nicht mehr bekommen konnten, hat verschiedene Formen untersucht. Speciell bei der Entwicklung der Erineen wies er nach, dass die Epidermiszellen unter Einfluss des Parasieten zu schlangenartigen Gebilden auswuchsen. Ohne auf diese Erineen näher ein-

---

1) H. Fockeu. Rech. anatom. sur les Galles, etc. Thèse doctor. Paris. 1896.

zutreten, wenden wir uns zu den höher differenzierten Milbengallen. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen in dieser Richtung haben Thomas, Frank und Küster u. a. publiziert.

Thomas [1]) geht nicht tief auf die feineren anatomischen Verhältnisse ein; aus seiner Abhandlung geht hervor, dass die Entwicklung eigentlich erst anfangen soll, wenn das Blatt schon entfaltet ist. Diese Auffassung ist vielleicht dadurch zu erklären, dass die ersten Entwicklungsstadien nur sehr wenig hervortreten; teilweise bestehen sie in Bildung von Haaren oder Vergrösserung der Epidermiszellen (*Cinnamomum*- und *Ipomaea*-Gallen). Letzteres kann auch unterbleiben (wie bei der Farngalle) und die ersten Stadien erkennt man nur daran, dass die Zellen embryonal bleiben, und die betreffenden Gewebe in ihrem ursprünglichen Zustand verharren. Bezeichnet man als ersten Anfang das Entstehen eines Grübchens, was oft erst viel später als die eigentliche erste Infektion stattfindet, dann geschieht dies auch bei den von uns untersuchten Gallen erst nach dem Austreten des Blattes aus der Knospe.

In einem anderen Artikel versucht Thomas [2]) auf rein mechanischer Weise die Entwicklung der Milbengallen zu erklären, welche Auffassungen aber wenig Anklang gefunden haben, und die wir weiter nicht zu besprechen brauchen, da sie nicht die Entwicklung an sich, sondern deren Ursachen behandeln.

Auch Frank [3]) sagt, dass der erste Anfang in der Bildung einer kleinen Vertiefung der Blattlamina besteht, und bei den Blättern auftritt, welche eben die Knospe verlassen haben. Was wir oben über die Mitteilungen von Thomas gesagt haben, gilt natürlich auch für die Auffassung von Frank.

Eine Arbeit von Kütter [4]) handelt über zwei Milbengallen: *Eriophyes diversipunctatus* und *E. fraxinicola*. Die erstern Sta-

---

1) F. Thomas. Entw.gesch. zweier *Phytoptus*gallen an *Prunus*. Giebels Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd. 39. 1872.

2) F. Thomas. Zur Entstehung d. Milbengallen und verwandter Pflanzenauswüchse. Botan. Zeitung. Jahrg. 30. 1872. Seite 281.

3) A. Frank. Krankh. d. Pflanzen. Bd. 3. 1896. Seite 52.

4) E. Küster. Cecidol. Notizen. 2. Über zwei einheimische Milbengallen. Flora. Bd. 92. 1903. Seite 380.

dien machen sich, wie der Autor angibt bemerkbar, wenn die Blätter entfaltet sind. Unter dem Einfluss der Tiere entwickeln sich die Drüsen zu Gallen. Ob hier erst nach dem Austreiben der Knospen die Infektion beginnt, oder ob die Milben schon einige Zeit an den Stellen gesessen hatten, und erst nach der Blattentfaltung der Ringwall entsteht, lässt sich aus dem Mitgeteilten nicht sicher feststellen, obschon KÜSTER schreibt, dass er die Milben umherwandern sah. Es scheint hier vielleicht ein Fall vorzuliegen, wo das Gallentier schon differenziertes Gewebe zur Wucherung anregt, doch ist dies hier nicht sicher festzustellen.

Die zweite Galle ist, wie Verfasser schreibt, eine Beutelgalle mit deutlichem Mündungswall und bei dieser ist, vornehmlich bei dem unter Figur 2 abgebildeten Exemplar, der Mündungswall viel stärker entwickelt als der eigentliche Beutel. Merkwürdigerweise sind beide Gallen völlig kahl. Auch hier ist von den allerersten Stadien weiter nichts angegeben. Da uns andere Literatur nicht zur Verfügung steht, sind wir auf dasjenige was wir bei diesen drei Gallen beobachtet haben, angewiesen.

Obschon noch nicht viele Beutel- und Umwallungsgallen, von Milben verursacht, eingehend entwicklungsgeschichtlich untersucht sind, so meinen wir doch aus unseren Untersuchungen vorläufig den Schluss ziehen zu dürfen, dass der erste Einfluss auf noch embryonales Gewebe ausgeübt wird. Wir haben hier also nicht einen Fall vor uns, wo schon weiter differenzierten Gewebe von dem Gallenreiz zur Bildung eines homogenen Gewebes angeregt werden, wie wir das neuerdings wieder bei der Entwicklung der Galle von *Agromyza erythrinae* gefunden haben. Dort waren es die schon differenzierten, doch noch nicht fertig ausgebildeten Zellen eines Gefässbundels, die unter Einfluss der Larve sich zu einem Gallplastem entwickelten, aus welchem sich dann die Gallgewebe weiter herausdifferenzierten.

Die von uns untersuchte Beutelgalle auf *Ipomoea batatas* entsteht direkt aus den noch embryonalen Blattzellen; es sind speciell die an der Oberseite des Mesophylls gelegenen Zellen,

welche durch regelmässige Zellteilungen die Gewebe der Galle liefern, während die Epidermiszellen der Blattunterseite zu den Wandzellen der Galle werden, indem ihre Teilungswände immer senkrecht zur Gallenwand gebildet werden. Bei den beiden anderen Gallen entwickelt sich ein Wall ringsum das Tier aus der Epidermis der Blattunterseite und den an dieser Seite gelegenen Mesophyllzellen. Die Epidermiszellen teilen sich wieder, indem die Zellwände senkrecht zur Innenseite des Ringwulstes gebildet werden.

Die Epidermiszellen, welche direkt unter der Milbe liegen, änderen sich sogleich und werden höher, protoplasmareicher, während die etwas höher gelegenen klein bleiben und sich nicht von den anderen Zellen des Ringwalles unterscheiden. Es entsteht also ein Gebilde, das aus einander gleichen Zellen aufgebaut ist, und das sich schon vielmehr einem echten Gallplastem anschliesst.

Auf einer niedrigen Stufe, was den Entwicklungsgang anbetrifft, stehen viele andere Gallen, speciell verschiedene von Pilzen, Läusen und wie wir neuerdings auch gefunden haben, die von Thripsen verursachten, indem sich hier oft die neuen Gewebe nur durch Zellvergrösserung entwickeln. Küster zählt diese Gallen zu den Kataplasmen. Etwas höher stehen die Beutelgallen, welche sich auch direkt aus den Geweben der Pflanze durch Zellteilung und Zellvergrösserung bilden und so die niedrigste Stufe der Prosoplasmen einnehmen. Die Umwallungsmilbengallen gehen schon etwas weiter, und können als ein erster Anfang von den echten Plastemgallen aufgefasst werden. Natürlich bestehen verschiedene Formen, welche in einander übergehen, wie das bei den Morphosen, wie sie auch eingeteilt werden mögen, immer der Fall ist.

Schon Frank [1]) hat bei den hier zu besprechenden Milbengallen zwei Formen unterschieden, und zwar Beutelgallen ohne

---

1) A. B. Frank. Die tierpasitären Krankheiten. 1896. Seite 54.

Mündungswall und andere mit Mündungswall. Von beiden Typen sind schon zahlreiche Beispiele gefunden. Es ist nun begreiflich, dass man Milbengallen, welche keinen Beutel mehr zeigen von dem zweiten Form abgeleitet dachte, indem der Beutel allmählig kleiner wurde und der Mündungswall grösser. Frank giebt z. B. an, dass der Mündungswall zuerst entsteht, und dass die Galle anfänglich an beiden Seiten der Blattfläche gleichstark hervortritt. Letzteres war auch bei einem bestimmten Stadium bei der *Ipomoea*galle der Fall (Figur 35). Bei näherer Untersuchung aber zeigte es sich, dass zuerst der Beutel entsteht, und erst dann der Mündungswall gebildet wird. Aus unseren Untersuchungen meinen wir schliessen zu können, dass es zwei Entwicklungstypen gibt, welche sich nicht aus einander, sondern neben einander entwickelt haben. Zunächst wollen wir die Beutelgallen etwas näher betrachten.

Unter dem Einfluss der Milbe entwickeln sich, wie wir das schon ausführlich beschrieben haben, die Mesophyllzellen, welche sich an der Milbe gegenüberliegenden Seite des Blattes befinden, sehr stark; nur in der Mitte, dort wo der Parasit sitzt, bleibt eine Stelle bestehen, welche sich speciell im Anfang nur ganz wenig verdickt. Auf diese Weise entsteht eine Wucherung, die sich von der Blattfläche nach oben vorwölbt, aber da in der Mitte keine Verdickung entsteht, wird die Stelle wo das Tier sitzt, im Vergleich mit der übrigen nicht infizierten Blattfläche, nach oben gehoben. Durch immer weiter schreitende Entwicklung der Wucherung entsteht schliesslich eine Blase, welche in offener verbindung mit der Aussenluft steht, welche Öffnung grösser oder kleiner sein kann.

Dies ist der einfachste Typus einer Beutelgalle. Auch unter diesen Beutelgallen können wir primitive und mehr complizierte Formen unterscheiden. Die einfachste Form dieser Beutelgallen finden wir unter den blasenartigen Auftreibungen, welche man bei verschiedenen Erineen schon gefunden hat. Wir haben unter den von uns auf Java gefundenen Gallen sehr schöne Beispiele dieser Art entdeckt. Wir nennen u. a. die flachen Blasen, welche an der Innenseite mit einem dichten Haarfilz bedeckt sind, die

wir auf den Blättern von *Litsea polyantha* Juss [1]) und *Clerodendron ferratum* Spreng [2]) gefunden haben. Etwas höhere Blasen mit grosser Öffnung fanden wir auf *Ruellia repens* L. [3]) und mit kleinerer Öffnung auf *Semecarpus heterophylla* Bl. [4]). Je mehr sich die Eingangsöffnung verlangt, desto mehr werden die Gallen zu echten Beutelgallen.

Eine höhere Stufe nehmen die Beutelgallen mit Mündungswall ein. Die Umgebung der Eingangsöffnung entwickelt sich stark, und bildet ein Rohr, das grösser werden oder kleiner bleiben kann. Dadurch entsteht der Kanal, der die Gallenkammer mit der Aussenluft in Verbindung hält. Wir können uns also vorstellen, dass diese Gallen phylogenetisch die folgende Entwicklung durchlaufen haben, wie das noch in grossen Zügen bei der Ontogenese dieser Gallen geschieht. Zuerst entsteht ein ganz flaches Erineum, aus welchem sich eine äusserst flache Blase entwickelt; dann finden wir eine Blase mit immer kleiner werdender Öffnung, bis die eigentliche Beutelgalle zur Ausbildung kommt; erst dann entsteht die Form mit Mündungswall, welche bei diesen Gallen also die höchste Stufe der progressiven Entwicklung zeigt.

Auch Appel [5]) u. A. haben angegeben, dass man sich diesen Entwicklungsgang bei den Milbengallen vorstellen kann, wobei er weiter noch angibt, dass die allmählig in Beutelgallen übergehenden Erineen entweder nur auf einer Seite des Blattes prominieren können, oder nach beiden Seiten vorstehen, dadurch dass sich zunächst über dem Tier ein Schutzwall bildet.

Betrachten wir diese Entwicklung etwas näher, dann ist leicht zu begreifen, dass wieder entweder der Beutel oder der Mündungswall reduziert werden kann. Im erstem Fall wird der Beutel allmählig kleiner und es entsteht schliesslich die Form mit äusserst kleinem Beutel und grösserem Mündungs-

---

1) J. und W. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia. Vol. VIII. 1909. N°. 12.

2) idem. N°. 30.

3) idem. N°. 81.

4) idem. N°. 84.

5) O. Appel. Über Zoo- und Phytomorphosen. Königsberg. 1899. Seite 11.

wall, dessen Kanal sich dann zur eigentlichen Gallenkammer erweitert hat. Je kleiner der Beutel, desto grösser der Mündungswall und desto schwieriger wird es festzustellen, ob wir hier eine Beutelgalle vor uns haben oder nicht. Nur durch Studium der ersten Entwicklungsstadien kann man darüber Aufschluss bekommen.

Wir glauben aber, dass die beiden anderen von uns untersuchten Gallen, nämlich die auf *Cinnamomum zeylanicum* und die auf *Nephrolepis biserrata*, eine ganz andere Entwicklung durchlaufen haben, obschon hier nicht ein solche schöne Reihe von Übergangsstadia vor uns liegt, wie bei den oben besprochenen Gallen. Speciell bei der Farngalle war es schon sehr deutlich, dass wir hier vom Anfang an eine ganz andere Entwicklung der jungen Galle vor uns haben. Die Geweben, welche in der direkten Umgebung der Milbe liegen, mit Ausnahme der Zellen, wo das Tier sitzt, entwickeln sich zu einem Ringwalle, der schon bei der Entwicklung vieler Gallen gefunden worden ist. Man kann sich dabei natürlich vorstellen, dass der Gallenanfang auf diese Weise entsteht, und dass erst dann die Stelle des Blattes oberhalb der Milbe zu einem Beutel sich entwickelt. Zu diesen Milbengallen kann vielleicht die von Frank genannte *Salix*galle gerechnet werden. Aber bei von anderen Tierarten gebildeten Gallen kennt man schon gute Beispiele dieser Art. Wir meinen die von Büsgen und Appel studierten *Hormomyia Fagi*-Galle auf den Blättern von *Fagus sylvaticus*, wobei zuerst ein Wall um die Mückenlarve gebildet wird, und erst dann entwickelt sich der Beutel. Wir können diese Form, wie wir noch zeigen wollen, aber nicht als ein höher entwickeltes Stadium unter den Milbengallen auffassen, und erwähnen sie nur um ein erläuterendes Beispiel zu geben.

Auch werden weitere Studien vielleicht noch unter den Milbengallen solche Formen auffinden lassen.

Wir können uns also vorstellen, dass es zwei Entwicklungstypen gibt unter diesen Milbengallen; erstens die Reihe: *Erineum*, flache Blase, Beutelgalle ohne, und Beutelgalle mit Mündungswall, endlich mit einem kleiner werdenden Beutel, und grösser

werdenden Wall. Im Gegensatz hierzu steht aber die Reihe, deren Anfang in einfachster Form eine sehr flache schalenförmige Vertiefung gewesen sein muss, welcher sich allmählig zu der höher stehenden echten Umwallungsgalle entwickelt hat. Auf *Melastoma polyantha* Bl. [1]) haben wir eine Milbengalle gefunden, die aus einer flachen Auftreibung der Blattunterseite besteht. Die ganze so gebildete Erhöhung ist reichlich mit langen weissen Haaren bedeckt. Dies zeigt also, dass es auch Erineen gibt, die nicht in der Blattfläche eingesenkt sind, sondern auf einer Erhöhung sitzen. Ob dies nun der erste Anfang einer Umwallungsgalle vorstellt, lässt sich aber nicht so ohne weiteres sagen.

Natürlich können die Umwallungsgallen bei ihrer weiteren Ausbildung noch einen Beutel entwickelt haben, und es entstehen dann bei beiden Entwicklungsreihen Formen, die äusserlich einander sehr ähneln und doch auf ganz verschiedene Weise entstanden sind, schliesslich kann dann nur durch Untersuchung der ersten Entwicklungsstadien festgestellt werden, zu welcher der beiden Arten eine Galle gerechnet werden soll.

Unter den Beutelgallen mit oder ohne Mündungswall finden wir weiter noch verschiedene Formen. In erster Stelle kann die Gallenkammerwand mit oder ohne Haare sein. Die meisten Milbengallen sind gerade durch üppige Entwicklung von Haaren ausgezeichnet; Küster [2]) beschrieb zwei Gallen welche keine Haare enthalten, und auch die Galle auf *Ipomoea batatas* ist kahl. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Gallen aus den behaarten Formen entstanden sind, da die einfachste Form der Milbengallen: die Erineen gerade durch dichte Behaarung gekennzeichnet sind. Tatsächlich ist das Vorkommen von Haaren in der Galle nicht von der Pflanze allein abhängig, das zeigt sich z. B. deutlich bei *Ipomoea batatas*. Die Galle, welche wir untersucht haben, trägt keine Haare, selbst im Anfang ent-

---

1) J. und W. Docters v. Leeuwen—Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia. Vol. VIII. 1909. N°. 69.

2) E. Küster. Cecidol. Notizen. 2. Über zwei einheimische Milbengallen. Flora. Bd. 92. 1903. Seite 380.

wickeln sich diese nicht, aber man darf hieraus doch nicht schliessen, dass die Pflanze nicht im Stande sei Haare zu entwickeln. Die Haare, welche auf den jüngsten Teilen vorkommen, haben ganz andere Form, als die gewöhnlichen Milbengallenhaare. (siehe Figur 37). Wir fanden aber eine zweite noch nicht von uns beschriebene Milbengalle auf dieser Pflanze, nämlich ein *Erineum*, das sich an der Unterseite der Blätter speciell in der Umgebung des Hauptnerven entwickelt, und aus langen, dünnen, weissen Haaren besteht. Die Zellen dieser Pflanze können also wohl zu Gallenhaare auswachsen, allein die Milbe der Beutelgalle kann diese Fähigkeit nicht auslösen.

Ausserdem findet man Milbengallen, welche nur eine Kammer haben, z. B. die von Frank (Figur 12 B) abgebildete auf *Prunus spinosa*; andere sind von zahlreichen Gewebswülsten in verschiedenen Kammern verteilt. Sowohl bei den Beutelgallen, als bei den Umwallungsgallen kommt dies vor, und muss man dies wohl als eine Convergenzerscheinung auffassen, welche schliesslich bei beiden Gallarten zu einer Vergrösserung der Wandfläche führt, ohne dass die Galle selbst grösser zu werden braucht. Wir finden diese Bildung von Lamellen, die eine Vergrösserung der Wandfläche zur Folge hat, in allen möglichen hohlen Organen bei Tieren sowohl als bei Pflanzen. Wir erinneren nur an den Darm von verschiedenen Würmen und an die Bildung von Scheidewänden in der Fruchtknotenhöhle von verschiedenen Pflanzen.

Unter den Gallen, welche von Tieren aus verschiedenen Ordnungen gebildet werden, findet man oft viele übereinstimmende Formen. Man hat hierin dennach eines der schönsten Beispiele einer Convergenzerscheinung. In der Tat muss die Fähigkeit um Gallen bilden zu können, in den verschiedenen Ordnungen entstanden sein. Fast bei allen, im System oft weit auseinanderstehenden Tierformen, welche Gallen bilden können, findet man solche, die sowohl einfache als auch complizierte Cecidien bewohnen. Man hat oft versucht eine Entwicklungsreihe der Gallen aufzustellen, indem man Gallen, welche von

Tieren aus verschiedenen Ordnungen gebildet werden, neben einander stellte. Dies ist indessen nicht richtig, denn nur die Gallen, welche von Milben verursacht werden, dürfen mit einander verglichen werden, und ebenso diejenigen von Cecidomyiden nur mit solchen die unter Einfluss von Gallmücken entstanden sind.

Bei einer Vergleichung der verschiedenen Gallen kommen die Pflanzen natürlich in zweiter Linie in Betracht, denn diese sind zum grössten Teil nur passiv bei der Bildung der Gallen beschäftigt. Die Tiere, oder ihre Entwicklungsstadia beeinflussen die pflanzlichen Gewebe zur abnormen Bildung. Man muss sich nun vorstellen, dass in jeder Tiergruppe Gallenbildner entstanden sind; und so können verschiedene Reihen von ganz einfachen bis weit complizierten Gallen neben einander aufgestellt werden. Diese können wohl gewisse Übereinstimmungen zeigen, doch müssen sie unabhängig von einander im Laufe der Zeiten entstanden sein. Eine Betrachtung aller Gallen in dieser Richtung ist zur Zeit noch nicht auszuführen, da erst noch viel mehr Formen untersucht werden müssen.

Der Formenreichtum der Gallen ist entstanden durch weitgehende Differenziationen der Gallenbildner. Die Pflanzen liefern nur das Material, woraus die Tiere das herauslesen, und wieder aufbauen, was sie zur Bildung ihrer Wohnung brauchen [1]).

Nach Auffassung vieler Untersucher muss man wohl annehmen, dass ausser den actieven Eigenschaften auch noch viele latente in den Zellen vorkommen. Durch die Bastarduntersuchungen der letzten Jahre, durch die experimentellen Studien von KLEBS [2]) u. A. und durch die Studien über Regeneration bei Pflanzen und Tieren sind verschiedene Beispiele bekannt geworden, wo Eigenschaften zu Tage treten, die sonst nur latent in Zellen vorkamen. Die Lehre der Pangenesis der getrennt angelegten Eigenschaften, welche durch DE VRIES [1]) in seiner Intracellulairen Pangenesis und in seiner Mutationstheorie solche

---

1) H. DE VRIES. Intracelluläre Pangenesis. 1889. Seite 117.
2) G. KLEBS. Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena. 1903.

glänzende Bearbeitung und Verteitigung gefunden hat, ist auch für das tiefere Eindringen in allerlei Fragen bei Gallenstudien sehr wertvoll. Schon früher in unserer *Lipara*-Arbeit [1]) haben wir auf die Wichtigkeit dieser Theorie hingewiesen und möchten noch einmal näher darauf eingehen

Die Merkmahle der Pflanze sind durch Activierung der in den Zellen vorkommenden Eigenschaften (d.h. actieve Eigenschaften) zum Vorschein gekommen. In normalen Fällen zeigt eine Zelle nur diejenigen Merkmale, welche für sie karakteristisch sind. Aber unter abnormalen Einflüssen z. B. unter Einfluss des Gallenreizes, bleiben Eigenschaften latent, welche sonst activ geworden, während andere zum Vorschein kommen, die sonst in der Zelle verborgen geblieben wären. Die Tiere machen unter der in den Zellen vorhandenen Eigenschaften so zu sagen eine Auslese. Es ist natürlich sehr leicht anzunehmen, dass ausser den actieven Eigenschaften auch noch latente in den Zellen vorkommen, aber nicht zu beweisen, da man sie eben nicht sehen kann, und darum muss man nach Beispiele suchen, welche uns von der Natur selbst gegeben werden. Obschon auch auf anderen Gebieten solche Beispiele gefunden werden können, wollen wir uns hier mehr beschäftigen mit denen, welche das Studium der Gallen bietet. Es ist natürlich begreiflich, dass sie sich hier besonders deutlich entwickeln können. Eine genaue Analyse aller Eigenschaften ist zur Zeit noch nicht möglich. Wir müssen also suchen ob bei den Gallen Eigenschaften activ werden, welche sich sonst in den Zellen aus welchen die Galle entsteht, niemals zeigen; ausserdem muss man deutlich nachweisen können, dass sie wohl an einer anderen Stelle der Pflanze in normalen Fällen vorkommen. Man sieht dann durch Vergleichung, dass dieselben Eigenschaften nicht nur in den Zellen vorkommen, aus denen sie normaliter zum Vorschein treten, sondern auch in anderen, in denen man sie nicht vermutete. In unserem obengenannten Artikel nann-

---

1) J. Reijnvaan und W. Docters van Leeuwen. Die Entwicklung der Galle von *Lipara lucens*. Receuil des trav. bot. Neerl. Vol. II. 1906. S. 235.

ten wir u. a. als Beispiel das Vorkommen von haarförmigen Gebilde auf der Galle der Bedeguare, welche sonst nur auf einer Varietät der Moosrose zur Entwicklung kommen. Hier wollen wir noch einige Beispiele nennen, die sehr überzeugend sind. Ein sehr schönes Beispiel gibt neuerdings Küster [1]), der zwei organoide Gallen beschrieb. Die eine wird von der Gallmücke *Perrissia crataegi* auf *Crataegus oxyacantha* gebildet. Im Innern dieser Gallen sind die Blättchen dicht mit Emergenzen bedeckt. Diese Emergenzen sind wie Küster angibt, nichts anders als drüsige Blattzähne, die sonst nur am Rande des Blattes entstehen. Am Rande des normalen Blattes finden sich also in den Zellen dieselben actieven Eigenschaften, die in den Zellen der Blattfläche latent sind. Dies war natürlich theoretisch wohl anzunehmen, aber so lange man keine Methode hatte, dies zu zeigen, war Zweifel berechtigt. Durch Entdeckung dieser Galle findet man nun, dass unter bestimmten Einflüssen die latente Eigenschaften zum Vorschein kommen, und hat man eben hierin den Beweis, dass sie wirklich latent in den Zellen der Blattfläche bestehen. Auch bei der folgenden von Küster erwähnten Galle auf *Fraxinus ornus*, den sogenannten „Klunkern" die sich an diesem Baum unter Einfluss der *Eriophyes fraxinis* entwickeln, kommt man zu ähnlichen Schlüssen, doch sind die Verhältnisse hier nicht so einfach, wie bei der erstgenannten Galle.

Auch die schönen Untersuchungen von Beyerinck [2]) über die Entwicklung der Galle von *Hormomyia poae* an *Poa nemoralis* geben ein deutliches Beispiel, welches auch schon von de Vries [3]) verwertet worden ist. Die Galle wird von Wurzeln geformt, die dicht neben einander liegen. Diese Gallenwurzeln haben sich aus Geweben des Grasstengels entwickelt, welche in normalen Fällen nicht die Fähigkeit haben Wurzeln zu bilden. An diesen Geweben kann man denn auch nicht sehen, dass

---

1) E Küster. Über zwei organoide Gallen. Marcellia. Vol. V. 1906. Seite 44.

2) M. W. Beijerinck. Die Galle von *Cecidomyia poae* an *Poa nemoralis*. Bot. Zeit. Bd. 43. S. 305.

3) H. de Vries. Intracell. Pangenesis. 1889. Seite 118.

sie Eigenschaften latent enthalten, welche bei der Bildung von Wurzeln nötig sind. Erst nach Infektion von dem Gallmückenlarven wird dies deutlich. Beyerinck hat dazu gezeigt dass diese Wurzeln, wenn man die Gallen als Stecklinge kultiviert, zu echten Wurzeln auswachsen, und die jungen Pflanzen am Leben bleiben. Auch wir haben in unseren *Isosoma*-Arbeit [1]) ein Beispiel dieser Art gegeben. Beim Vergleich des Stengels von *Triticum junceum* und *Triticum repens* ergibt sich, dass die erste Pflanze normalerweise zahlreiche Knospen in den Achseln der Blätter bildet, welche wieder zu Stengeln austreiben; bei der *Trit. repens*-Pflanze ist dies in den vegetatieven emporwachsenden Stengeln fast nie der Fall. Bei der Galle auf *Tr. junceum* findet man denn auch in den Achseln der Gallenblätter immer Achselknospen in denen von *Tr. repens* nicht. Und doch haben wir einige Gallen auf dieser letzten Pflanze gefunden, bei denen sich viele Achselknospen entwickelt hatten. Auch hier werden bei der Entwicklung der Galle Eigenschaften activ, die sonst bei dieser Pflanze nicht activ sind. Doch sind dies nicht Eigenschaften, welche bei der Bildung der Galle nötig sind. Und gerade auf solche Eigentümlichkeiten der Gallen weist auch de Vries [2]) hin. So werden z. B. die Blätter von *Eupatorium cannabinum*, die oberhalb einer Galle sitzen, bunt. Bei verschiedenen von Phytopten verursachten Blütenvergrünungen entstehen grüne Bildungen, die nicht von den Gallentieren bewohnt werden. Wir selbst fanden z. B. in Salatiga eine Galle auf den Blüten von *Triumphetta rhomboidalis* [3]). Die Tiere leben in den veränderten keulig angeschwollenen und hohlen Fruchtknoten. Die Antheren bleiben fast unverändert, die Blüten und Kelchblätter aber entwickeln sich als, wenn auch kleine, in ihrem Aussehen doch ganz normale Laubblättchen, welche weit von der Galle abstehen und nicht von Gallentiere bewohnt werden.

---

1) J. und W. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Über die Anatomie und die Entwicklung einiger *Isosoma*-gallen auf *Triticum repens* und *junceum*. Marcellia. Vol. VI. 1907. Seite 97.

2) H. de Vries. Die Mutationstheorie. Teil I. Seite 291.

3) J. und W. Docters v. Leeuwen—Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia 1909. Vol. VIII. N°. 86.

Im Djattiwald von Tempoeran fanden wir auf *Petunga longifolia* DC. eine interressante noch nicht von uns beschriebene Galle von einer Lepidoptere gebildet. Die normalen Blätter dieses Baumes sind lang, schmal und hart. Die keulig angeschwollenen Stengelspitze, worin die Raupe lebt, ist dicht mit zahlreichen kleinen, zarten, löffelförmigen Blättchen mit kurzen Stielen besetzt. Je mehr die Blättchen die Spitze der Galle näher sitzen, desto kleiner werden sie, die Stiele werden in Vergleich zur Blattspreite länger und letztere bleibt nicht mehr flach, sondern man findet alle Übergänge von ganz unvollkommene bis sehr schön ausgebildeten Becherchen. Auch hier also ein Beispiel, dass Eigenschaften unter Einfluss des Gallenreizes entstehen, die nicht direkt bei der Gallenbildung notwendig sind.

Diese Beispiele genügen um zu zeigen, dass die Gallenerzeugenden Insekten die Fähigkeit haben müssen, latente Eigenschaften activieren zu können, und die Pflanzen müssen bei der phylogenetischen Entwicklung der Gallen von niedern zu höheren nichts anders getan haben, als ihre Eigenschaften, sowohl actieve, wie latente, zur Verfügung des Gallentieres stellen.

Von verschiedenen Forschern wird das Wort „Gallus", nicht immer in gleichem Sinne gebraucht. Küster [1]) nennt jedes abnormale Gewebe, das unter Einfluss eines Wundreizes entsteht „Gallus". Lodewijks [2]) hat in einer interressanten Studie, die nur in holländischer Sprache erschienen ist, folgende Definition von diesem Wort gegeben: Er nennt „Gallus": ein infolge von Beschädigung durch Zellhypertrophie verändertes oder durch Zellteilung neugebildetes Gewebe, von dem Augenblicke an, in dem diese Veränderung oder Zellvermehrung beginnt, bis das so gebildete Gewebe übergegangen ist in ein erwachsenes, oder normal meristematisches Gewebe.

Bei der Entwicklung der Umwallungsgallen haben wir zwei

---

1) E. Küster. Path. Pflanzenanatomie. 1903. Seite 6 und 153.

2.) J, A. Lodewijks. Jr. Vegetative vermenigvuldiging van Oenthera's. Akademisch Proefschrift. Amsterdam 1908. Seite 60.

Möglichkeiten. Entweder die Gewebe werden bei der Infektion von den Tieren verwundet, oder nicht. In beiden Fällen entsteht eine Wucherung von Zellen, die BEYERINCK [1]) mit dem Namen „Gallplastem" belegt hat. Wenn man an der obengenannten Definition von Gallus festhält, muss man also annehmen, dass bei einem Teil der Gallen, die sich aus einem Gallplastem entwickeln, ein Gallplastem vorkommt, das Gallus ist, weil es aus verwundeten Zellen entsteht, und dass dasselbe Gewebe bei anderen Gallen kein Gallus ist, da es nicht aus verwundeten Gewebe gebildet wird, und doch verhalten beide sich völlig gleich. Speciell BEYERINCK hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Gallwespe ihre Eier entweder auf eine von ihr gebildeten Wundfläche (sehr deutlich z.B. bei dem *Biorhiza aptera*-Weibchen) ablegen kann, oder direkt auf unverwundetes Gewebe, wie z. B. das *Dryophanta folii*-Weibchen, das ihr Ei in den Cryptoblasten der Eiche einschiebt. Im ersten Falle teilen sich die von der Wunde offengelegten Zellen, und bilden einen kleinzelligen Gallus (Gallplastem). Im zweiten Falle entwickeln sich die Zellen der unverwundeten Oberfläche eines Organs zu einem ähnlichen Gewebe, das hier also kein Gallus genannt werden muss.

Und doch findet man zwischen beiden Plastemen keine wichtige Unterschiede, welche eine Trennung in zwei Gewebearten rechtfertigen. Wir möchten darum vorschlagen, unter Gallus nicht nur zu verstehen: die infolge eines Wundreizes entstandenen Gewebe, sondern auch Wundgewebe-ähnliche Wucherungen, die infolge eines Gallenreizes entstehen; man kann diese letzteren dann mit BEYERINCK „Gallplasteme" nennen. Wir wollen hier aber nicht weiter darauf eingehen, da es Gallen gibt, die für eine Besprechung dieser Fragen mehr geeignet sind, als die Milbengallen. Bei den echten Beutelgallen, wie z. B. bei der Galle auf *Ipomoea batatas*, entsteht die Galle durch Zellteilung und Vergrössernng der gewöhnlichen, embryo-

---

1) M. W. BEYERINCK. Erste Entw. Stadien einiger Cynipidengallen. Amsterdam. 1882. Seite 38.

nalen Gewebezellen, ohne dass erst ein specielles Gewebe entsteht, woraus nachher die Galle gebildet wird. Die ganze Galle wird aus dem Gewebe des Blattes gebildet ohne Einschaltung von einem Gallplastem. Bei dieser Galle kann man denn auch nicht von einem solchen sprechen, selbst der Mündungswall entsteht durch Wachstum einer Stelle dicht um der Gallen-eingang, und besteht vom Anfang an aus ganz gewöhnlichen Gewebezellen, welche ohne weitere Änderung in die Elemente des Mündungswalles übergehen.

Mit den Umwallungmilbengallen nähern wir uns schon den Plastemgallen. Hier entsteht aus Epidermis und den dicht darunter gelegenen Mesophyllzellen ein eigenartiges, kleinzelliges Gewebe, das in verschiedener Hinsicht einem Wundcallus sehr ähnlich ist. Auch hier wird, wie bei den höher stehenden Gallen, eine Ringwulst gebildet von einander gleichen Zellen, die sich erst später differenzieren. Nur die direkt unter der Milbe gelegenen Epidermiszellen erleiden schon frühe die beschriebenen Änderungen, die übrigen neugebildeten Wandzellen behalten noch lange Zeit ihre Form bei, bis auch sie in die echten Wandzellen der Milbengalle übergehen.

Bei den Milbengallen findet man nicht so weitgehende Differenziationen, wie sie so besonders deutlich bei den Cynipidengallen ausgebildet sind, doch findet man in der Bildung einer echten Nährepidermis schon eine Andeutung dieser Differenziationen.

Wir glauben demnach diese durch Umwallung entstandenen Milbengallen zu den echten Plastemgallen oder Gallusgallen rechnen zu können, wenngleich die Beutelgallen mehr oder weniger deutlich hiervon zu trennen sind; es ist also sehr wahrscheinlich, dass die beiden genannten Typen je eine eigene Entwicklung durchlaufen haben.

Es folgt dabei hieraus vonselbst, dass man drei Typen unter den Gallen aufstellen kann; nämlich:

1) Gallen, welche durch einfache Weiterentwicklung der schon vorhandenen Gewebszellen entstehen; hierzu gehören u. a. als einfachste Formen die kataplasmatische Gallen von Küster,

dann viele Thripsidengallen [1]), die Milbenbeutelgallen, auch viele Cecidomyidengallen [2]) auf Gräsern, wie wir solche hier auf Java verschiedenen gefunden haben, ferner die *Lipara lucens*-galle auf *Phragmites communis* und die Isosomagallen, und weiter noch verschiedene Knospengallen.

2) Echte Callusgallen = Gallplastemgallen, wozu die Umwallungsmilbengallen als einfachste Form gerechnet werden können; Cynipidengallen aber bilden die typischen Beispiele dieser Art.

3) Gallen, deren Anlage von einem Plastem gebildet wird, und die zu gleicher Zeit oder etwas später sich auf die sub 1 beschriebene Weise weiter entwickeln, wie z. B. die Galle von *Hormomyia fagi* auf *Fagus sylvaticus*, weiter viele Markgallen, wie die von *Agromyza erythrinae* auf *Erythrina lithosperma* [3]) gebildeten Gallen.

In einem seiner Artikel hat Thomas [4]) den Satz aufgestellt, dass der Spross ein einheitliches Invasionsgebiet ist. Auch bei den oben besprochenen Gallen trifft dies einigermassen zu, speciell bei der *Cinnamomum*-galle. An jungen Bäumchen sind die Gallen oft so zahlreich, dass eine Entscheidung dieser Frage sehr schwierig ist, aber an den älteren Bäumen kommen sie nur hier und da vor. Auch bei den *Ipomoea*- und Farn-gallen ist es nicht leicht, festzustellen, ob hier ein einheitliches Invasionsgebiet vorliegt. Wir kommen hierbei zugleich zu sprechen auf die verschiedenen Umstände, unter welchen diese Gallen leben, verglichen mit den in Europa bekannten. Dort wird jede Vegetationsperiode von einer Ruheperiode unterbrochen, sodass die Milben für einige Zeit ihre Gallen, welche mit den

---

1) J. und W. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia 1909. Vol. VIII.

Auf *Ficus retusa* L. var. *nitida* = N°. 40; auf *Justicia proeumbens* L. = N°. 60; auf *Melastoma polyanthum* Bl. = N°. 70; auf *Piper betle* L. und *P. nigrum* = N°. 77, 78 und 79.

2) idem. *Cecidomyiden*-gallen auf: *Panicum nodosum* Kurz = N°. 18; auf *Cynodon dactylon* Pers. = N°. 33; auf *Imperata cylindrica* Beauv. = N°. 37; auf *Panicum uncinatum* Breddi = N°. 76.

3) idem. N°. 5.

4) Fr. Thomas. Beiträge zur Kenntniss der Milbengallen und der Gallmilben. Gieb. Zeitschr. f. d. gesammt. Naturwiss. Bd. 46. 1873. S. 314.

Blättern auf den Boden fallen, verlassen müssen. (In den Knospengallen, welche oft verschiedene Jahre an den Zweigen sitzen bleiben, finden die Milben natürlich einen guten Schutz während der rauheren Jahreszeit).

Thomas hat nach sehr sorgfältigen Beobachtungen gefunden, dass die Milben in den Knospen überwintern und in Frühling von hier aus über die aus diesen Knospen austreibenden Zweigen und Blätter wandern. Schon hieraus lässt sich begreifen, dass dort von einem einheitlichen Invasionsgebiet die Rede sein kann. Hier in den Tropen bestehen nun zwei Möglichkeiten; entweder die Pflanzen treiben das ganze Jahr hindurch, da sie auf sehr feuchten Stellen leben, oder sie machen eine Art Ruheperiode in der trockenen Zeit durch. Der obengenannte, grosse *Cinamomum*-baum z. B. trieb erst in Oktober, als die ersten Regen gefallen waren, und in dieser Zeit begann auch die erste Entwicklung der Gallen. Die Gallentragenden Blätter bleiben aber am Baume sitzen und es ist begreiflich, dass die Tiere in der trockenen Zeit in den Gallen am Leben bleiben. In der Tat fanden wir in diesen alten Gallen noch viele Milben. Erst später werden die Gallen dunkler und bekommen mehr und mehr Risse. Bemerkenswert war nun, dass auch in den Knospen dieser mit infektierten Blättern besetzten Zweigen, Milben vorkamen, gerade wie Thomas das in Europa gefunden hat. Die Milben werden nun sehr wahrscheinlich die aus diesen Knospen treibenden jungen Teile infektieren, aber zu gleicher Zeit können auch Tiere aus alten Gallen auf diese jungen Triebe übergehen, sodass hier nicht so deutlich wie in Europa ein einheitliches Invasionsgebiet vorliegt.

Die meisten Pflanzen aber, welche an feuchten Stellen leben, tragen auch in der trocknen Zeit junge Teile, und bei diesen kann also fortwährend eine Neuinfektion statt finden. Bei der von uns untersuchten Farn-galle zeigt sich nun folgendes. Die Blätter verjüngen sich eine geraume Zeit, während die untersten Blättchen schon erwachsen sind und auch erwachsene Gallen tragen. Aber endlich hört das Wachstum auf, und es sind die Milben also gezwungen ihre Gallen zu verlassen, nach

unten zu kriechen, und von hier aus die jungen Blätter zu infektieren. Es ist hierbei deutlich, dass Milben der verschiedensten Blätter an der Basis der Farnpflanze zusammen treffen und nun von hieraus auf neue Blätter wandern. Von einem einheitlichen Invasionsgebiet ist also keine Rede.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Milbengallen in Europa hauptsächlich auf Bäume und perennierende Kräuter leben. Diese geben ihnen die sichersten Existenzbedingungen, da sie im Frühling immer Material für eine Neuinfektion liefern. In den Tropen ist dies ganz anders. Natürlich kommen viel Milben auch auf Bäumen vor, daneben aber noch mehr auf Kräutern, da die meisten perennieren und darum die Milben immer Chance haben, neue Organe im nächster Nähe zu finden.

Milbengallen sind hier denn auch sehr allgemein, und sie treten oft in fast erstaunlicher Menge auf. Doch kann man oft beobachten, dass sie Monate lang an einer Stelle sehr häufig vorkommen, um dann auf einmal sehr selten zu werden, während sie irgendwo anders häufig bleiben. Welche Umstände dieses Verschwinden verursachen, wagen wir nicht zu sagen. Wahrscheinlich werden sie auch von Parasieten deziemiert; wir haben diese Frage indessen nicht weiter untersuchen können. So reich die Literatur in letzter Zeit an Arbeiten über tierische und speciell menschliche pathalogische Gewebe ist, so wenig ist noch über Pflanzen in dieser Hinsicht publiziert worden. Über Gallen ist zytologisch nur sehr wenig bekannt. Nur über die von *Heterodera* an Wurzeln gebildeten Gallen sind wir besser orientiert. Weiter liegen über Milbengallen Untersuchungen vor, sowie wertvolle Beiträge zur Kenntniss der Zell- und Kernveränderungen bei Pilzgallen.

Wiederholt sind in den *Heterodera*-gallen vielkernige Riesenzellen gefunden worden. Vorall Treub [1]) hat die Gallen von *Heterodera* gebildet an Wurzeln von Zuckerrohr untersucht. Er

---

1) M. Treub. Quelques mots s. l. effets du parasitisme de l'*Heterodera javanica* dans les racines de la canne à sucre. Ann. d. Jardin bot. de Buitenzorg. 1887. Tome VI. S. 93.

gab verschiedene Abbildungen von Riesenzellen, und zeigte dabei, dass die Kerne darin durch Amitose entstehen.

Im Jahre 1899 veröffentlichte VAN BREDA DE HAAN [1]) eine ausführliche Beschreibung der Anatomie der Gallen an Wurzeln von *Nicotiana*. Im Jahre 1900 erschien die Arbeit MOLLIARD's [2]) und 1901 die von TISCHLER [3]). Alle kommen zu demselben Resultat, nämlich dass die Riesenzellen mehrere Kerne enthalten, die direkt aus einander entstehen. MOLLIARD [4]) gibt einige Mitteilungen über die Zytologie der Milben- und einigen andern Gallen, wobei er eingehend die Veränderungen in der Kernen und im Zytoplasma der pathologischen Gewebe beschrieb. Einige Jahre später erschien eine Arbeit von RITTER VON GUTTENBERG [5]) welche speciell die Anatomie der Pilzgallen behandelt und in neuester Zeit hat derselbe Forscher [6]) die sehr merkwürdigen Veränderungen, welche die Kerne der von *Synchytrium* bewohnten Zellen erleiden, beschrieben.

Betrachten wir jetzt die Figuren von Wandzellen aus den *Cinnamomum*-gallen, welche nach verschiedenen Stadien gezeichnet worden sind. In Figur 14, die Zellen aus einer sehr jungen Galle darstellt, sind diese höher als die darunterliegenden Zellen, von dichten Zytoplasma und schönen Kernen versehen. Weiter weisen sie noch nichts besonderes auf. In diesem Stadium ist die Galle noch einmilbig, doch ist der Ringwall schon ausgebildet. In Figur 15 finden wir schon einige Änderungen und während die Kerne ungefähr ahnlich wie die in Figur 14 aussehen, bemerkt man hier das erste Auftreten einer Vacuole

---

1) J. VAN BREDA DE HAAN. Levensgeschiedenis en béstrijding van het tabaksaaltje (*Het. radicicola*). Mededeelingen v. 's Lands Plantentuin. N°. 35. 1899.

2) M. MOLLIARD. Sur quelques caract. hist. de Cécidies prodr. par l'*Heterodera radicicola*. Rev. gén. de Botan. 1900. Tome XII. S. 157.

3) J. TISCHLER. Über *Heterodera*-Gallen an den Wurzeln von *Circaea lutetiana*. Ber. d. Deutsche Botan. Gesellsch. 1901, Bd. 19. S. (95).

4) M. MOLLIARD. Hypertr. pathol. des cellules végétales. Rev. gén. de Botan. T. IX. 1897.

5) H. RITTER VON GUTTENBERG. Beitr. z. physiol. Anatomie der Pilzgallen. Leipzig. 1905.

6) idem. Cytologische Studien an *Synchytrium*-Gallen. Pringsheims Jahrb. 1909. Bd. 46. S. 453.

im Zytoplasma. Diese Zellen lagen ein wenig von der Milbe entfernt, während sich die in Figur 16 abgebildeten in nächster Nähe eines Tieres befanden und auch mehr Veränderungen zeigten. Vergleichen wir hiermit die folgenden Figuren, so sehen wir, dass je älter die Gallen werden, desto mehr Änderungen entstehen. Teilweise bestehen diese in einer weitergehenden Vacuolisierung, teilweise in Änderungen der Kerne.

Die Kerne werden gelappt, und es scheint alsob die Tochterkerne durch Amitose aus einander entstehen. Doch zeigte sich deutlich, dass dem nicht so ist, sondern, dass die beiden Tochterkerne auf mitotischem Wege gebildet werden, worauf aber keine Zellteilung folgt (Figur 18). So entstehen in den älteren Gallen, welche aber doch noch nicht ganz ausgewachsen sind, die zweikernigen Zellen. Erst wenn die Galle ganz alt geworden ist, bekommen die Kerne mehr und mehr die Formen, die auch Molliard als karakteristisch für die Kerne aus Milbengallen beschrieben hat. Bei der *Ipomoea*-Galle haben wir ähnliches gefunden, und auch hier zeigten sich die ersten Spuren der Veränderung in einer Vacuolisierung, und erst später entstanden die gelappten Kerne (Figur 29). Bei der Farngalle fanden wir diese Veränderungen nicht so deutlich, wohl aber die Vacuolisierung; doch rührten die von uns untersuchten Stadien nur von erwachsenen, kräftigen Gallen her und nicht von den ältesten Exemplaren.

Zusammenfassung.

1. Die Galle von *Eriophyes Doctersi* Nal. auf *Cinnamomum zeylanicum* Breyn. und die Galle auf *Nephrolepis biserrata* Schott. sind echte Umwallungsgallen, welche auf die für Umwallungsgallen typische, schon oft beschriebene Weise entstehen.

2. Die Galle auf *Ipomoea batatas* Lam. ist eine Beutelgalle mit Mündungswall, bei welcher zuerst der Beutel, und erst nachher der Mündungswall gebildet wird.

3. Die ersten Anfänge der Infektion zeigen sich auf Blättern, welche noch in der Knospe (oder im Wedel) eingeschlossen

sind, während die Anlagen des Ringwalles oder des Beutels schon etwas entwickelt sind, wenn die Blätter die Knospen verlassen.

4. Bei der *Cinnamomum*-galle war die allererste Infektion daran zu erkennen, dass Epidermiszellen teils zu Haaren auswuchsen, teils viel höher wurden als die normalen; bei der *Ipomoea*-galle war nur das letzte der Fall; bei der *Nephrolepis*-galle bildeten sich nur Haare und verdickte sich der Rand des Blattes.

5. Das erste Stadium der Gallbildung besteht darin, dass die infektierten Gewebe auf einem niedrigen Entwicklungszustand gehalten werden und erst danach sich zu den Geweben der Galle entwickeln.

Herrn Dr. Th. Wurth aus Malang müssen wir grossen Dank sagen fur die Freundlichkeit, womit er uns bei der Publizierung dieser Untersuchungen in Deutscher Sprache geholfen hat.

ERKLÄRUNG DER FIGUREN AUF DEN TAFELN XXIV—XXXI.

TAFEL XXIV.

Fig. 1. *Cinnamomum zeylanicum* Breyn. mit Gallen von *Eriophyes Doctersi* Nal. Oben junger Zweig, dessen Blätter dicht von Gallen bedeckt und ganz verunstaltet sind. Links ein Blatt mit alten, schwarzen, von den Milben schon verlassenen Gallen. Rechts: ein Blatt mit erwachsenen Gallen.

TAFEL XXV.

Fig. 2. Zweig von *Cinn. zeylanicum*. Auf den jungen, eben ausgetriebenen Blättchen sitzen äusserst kleine Gallen. Das linke Blatt mit teilweise von den Gallmilben schon verlassenen Gallen. Auch Gallen am Blattstiel. Das rechte Blatt von der Oberseite gesehen. Auf der Stelle wo an der Unterseite des Blattes eine Galle sitzt, sieht man eine leichte Vertiefung. Nat. Grösse.

TAFEL XXVI.

Fig. 3. Zweigstück von *Ipomoea batatas* Lam. mit Acarocecidien. Das linke Blatt von der Oberseite, das rechte von der Unterseite gesehen. Nat. Gr.

TAFEL XXVII.

Fig. 4. Zwei Blätter von *Nephrolepis biserrata* Schott. mit zahlreichen Gallen von Gallmilben gebildet. Nat. Grösse.

TAFEL XXVIII.

Galle von *Eriophyes Doctersi* Nal.

Fig. 5. Längsschnitt einer Galle von den länglichen Typus. × 15.

Fig. 6—9. Haare aus der Galle, 7 mit zwei Kernen, 8 mit grossem, gelapptem Kerne, 9 sehr junge Haare. × 100.

Fig. 10. Längsschnitt einer jungen Galle. Um die unterste Milbe herum wird wieder ein neuer Wall gebildet. × 35.

Fig. 11. Erster Gallenanfang. Schematiziert. × 50.

Fig. 12. Etwas ältere Galle. Schematiziert. × 50.

Fig. 13. Längsschnitt einer in Galleninnern ausgewachsenen Emergenz. × 70.

TAFEL XXIX.

Galle von *Eriophyes Doctersi* Nal.

Fig. 14. Wandzellen einer sehr jungen Galle, in der noch keine Haare gebildet sind. (siehe Figur 10) × 300.

Fig. 15. Wandzellen aus einer etwas älteren Galle. × 300.

Fig. 16. Idem derselben Galle entnommen. × 300.

Fig. 17. Mitose in einer Wandzelle einer erwachsenen Galle. × 300.

Fig. 18. Idem, hier teilen sich nur die Kerne, die Zelle aber nicht. × 300.

Fig. 19. Wandzellen aus einer erwachsenen Galle mit mehreren Kernen in einer Zelle. × 300.

Fig. 20. Wie die vorige Figur.

Fig. 21. Kurzes Haar aus einer schon ganz ausgebildeten Galle; Kerne der Wandzellen gelappt. × 300.

Fig. 22. Zelle aus einer alten Galle mit kugelförmigen Gebilden in den Vacuolen. × 300.

Fig. 23. Mitose in einer Wandzelle einer noch wachsenden Galle. × 300.

Fig. 24. Wandzelle einer erwachsenen Galle mit unregelmässigem Kern. × 300.

Fig. 25. Zellen dicht neben den Wandzellen, einer alten Galle entnommen. × 300.

Fig. 26. Haar aus einer erwachsenen Galle. Vacuolen mit kugelförmigen Gebilden. × 300.

Fig. 27. Gallenanfang auf dem Nerv eines noch in den Knospenschuppen eingeschlossenen Blattes; *m.* = Durchschnitt der Milbe. × 200.

TAFEL XXX.

Milbengalle auf den Blättern von *Ipomoea batatas* Lam.

Fig. 28. Emergenz aus einer älteren Galle. × 150.

Fig. 29. Wandzellen aus einer alten Galle. Zellenschicht unter den Wandzellen ohne Chlorophyll. × 300.

Fig. 30. Längsschnitt einer erwachsenen Galle. × 25.

Fig. 31. Junger Trieb mit noch zusammengeklappten Blättchen. Nat. Grösse.

Fig. 32. Junge Emergenz aus einer jungen Galle; *chl* = chlorophyll führende Zellen. × 250.

Fig. 33. Mündungswall der Galle an der Oberseite des Blattes. × 150.

Fig. 34. Junge Galle. Mündungswall noch kaum angedeutet, schematisiert × 60.

Fig. 35. Junge Galle mit deutlich entwickeltem Mündungswall. Etwas älter als die Galle in Figur 34 abgebildet. × 40.

Fig. 36. Gallenanfang. × 60.

TAFEL XXXI.

Milbengalle auf den Blättern von *Ipomoea batatas* Lam.

Fig. 37. Teil eines Durchschnittes des in Figur 38 abgebildeten Blattes. Die Zellen noch alle ungefähr gleich. Allein die der Epidermis unter der Gallmilbe (*Phy*) sind höher geworden, wie man beim Vergleich dieser Zellen mit den rechts und links gezeichneten Epidermiszellen deutlich sehen kann. Die Haare kommen auf der ganzen Oberfläche der jungen Blätter vor. × 200.

Fig. 38. Noch in der Knospe sitzendes, junges Blatt mit zwei Milben. × 40.

Milbengalle auf *Nephrolepis biserrata* Schott.

Fig. 39. Durchschnitt einer erwachsenen Galle mit der von Gewebswülsten verkleinerten Kammer. × 20.

Fig. 40. Ein Haar aus einer erwachsenen Galle. × 70.

Fig. 41. Junges Stadium einer Galle. × 35.

Fig. 42, 48. Ein Haar aus einer erwachsenen Galle. × 70.

Fig. 43. Sehr junge Galle, das Blatt worauf sie sass war noch nicht entfaltet. × 200.

Fig. 44. Noch wachsendes Haar aus einer jungen Galle. × 300.

Fig. 45. Zelle unter der Gallenepidermis gelegen. × 300.

Fig. 46. Zellen aus der Gallenwand einer erwachsenen Galle. × 300.

Fig. 47. Junge Galle. × 35.

Fig. 49. Etwas ältere Galle. × 20.

Figur 1.

Milbengalle auf Cinnamomum zeylanicum Breyn.

Dokters van Leeuwen, phot.

HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM

Figur 2.

Milbengalle auf Cinnamomum zeylanicum Breyn.

Dokters van Leeuwen, phot.

HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM

Figur 3.

Milbengalle auf Ipomoea batatas L.

Dokters van Leeuwen, phot.

HELIOTYPIE VAN LEER, AMSTERDAM

Figur 4.

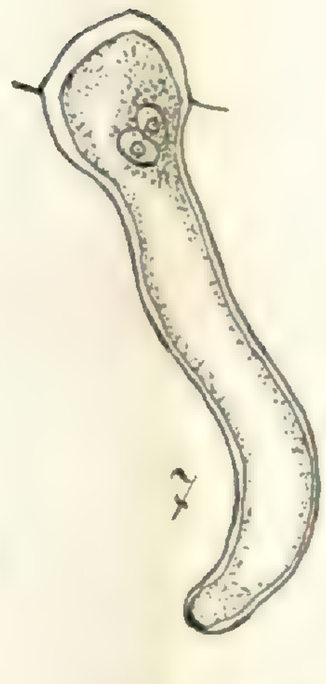
Milbengalle auf Nephrolepis biserrata Schott.

Dokters van Leeuwen, phot.

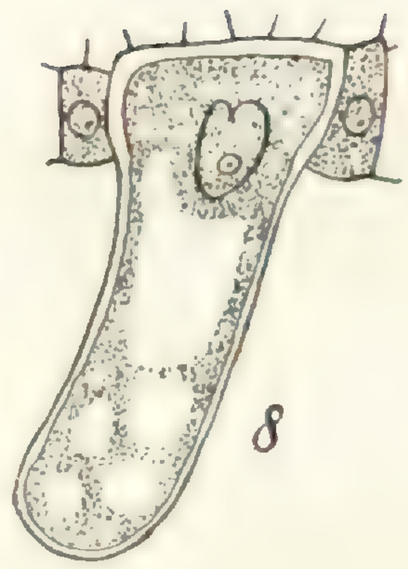
HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM

5

6



7



8

9

10

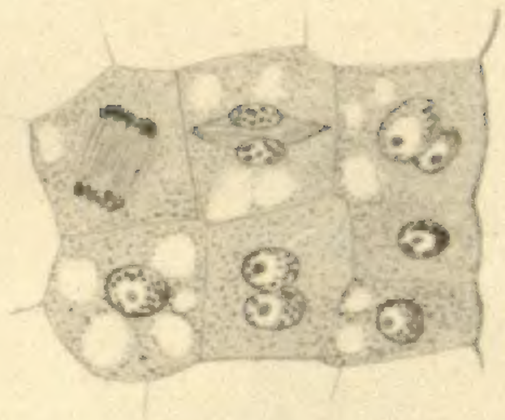
11

12

13

14.

15.

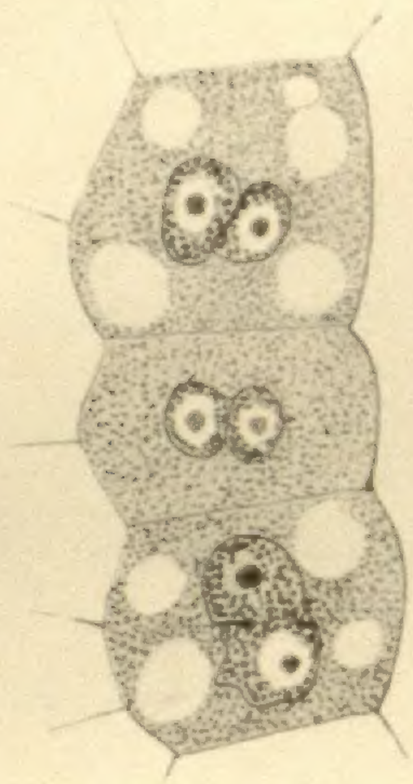


16.

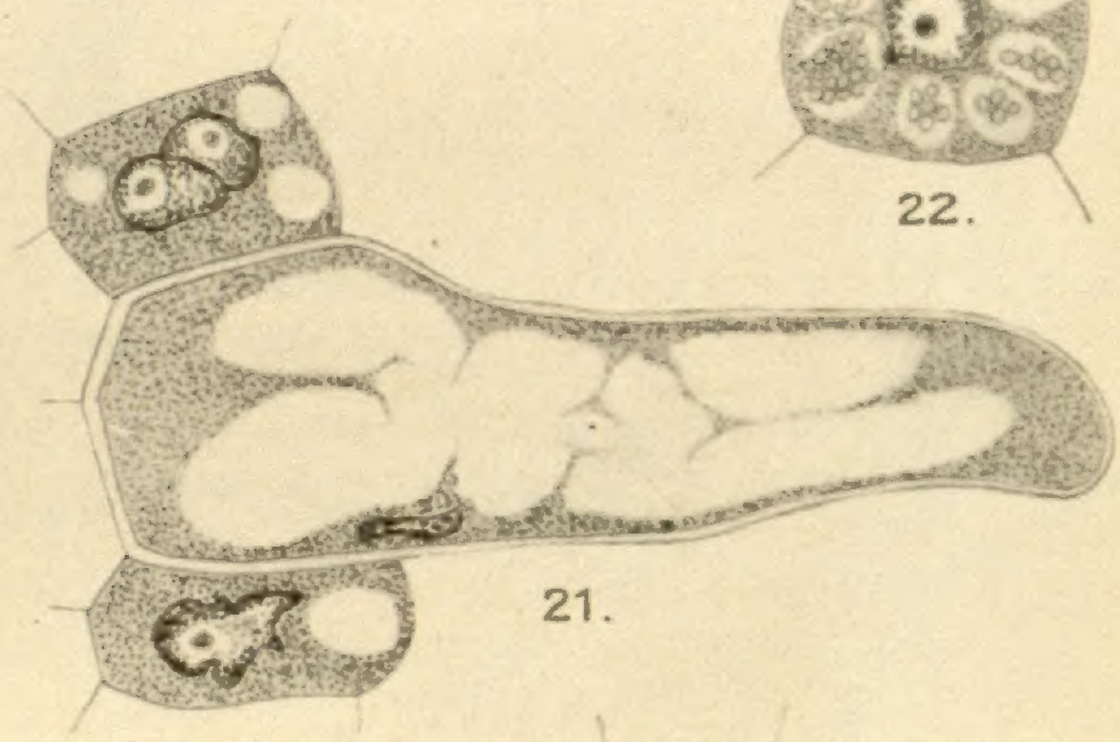
17.

18.

19.



20.

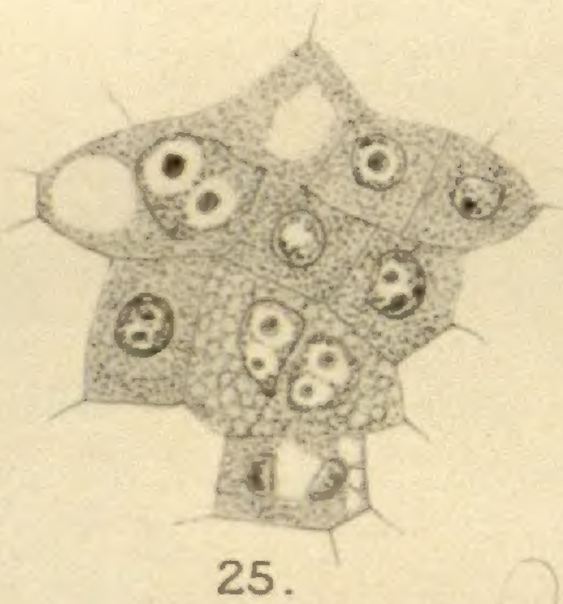


21.

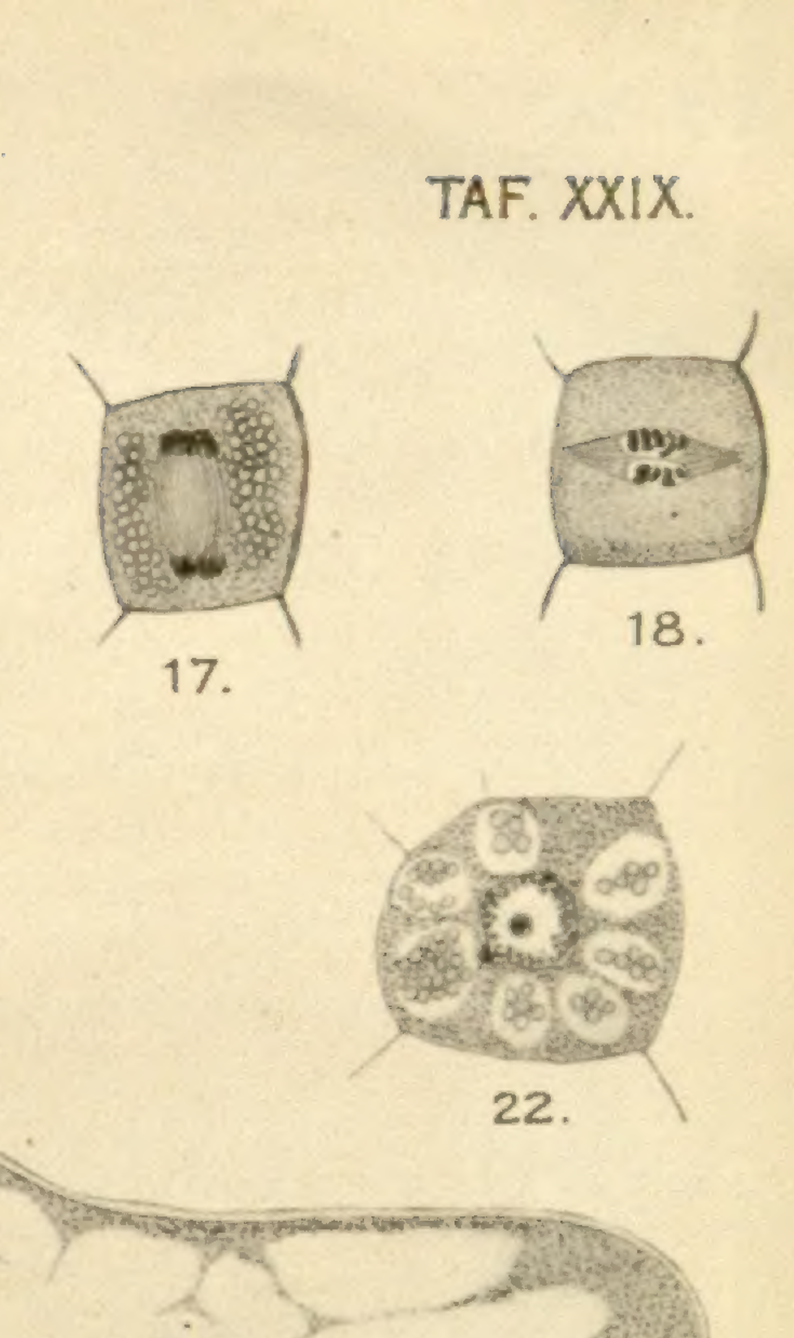
22.

23.

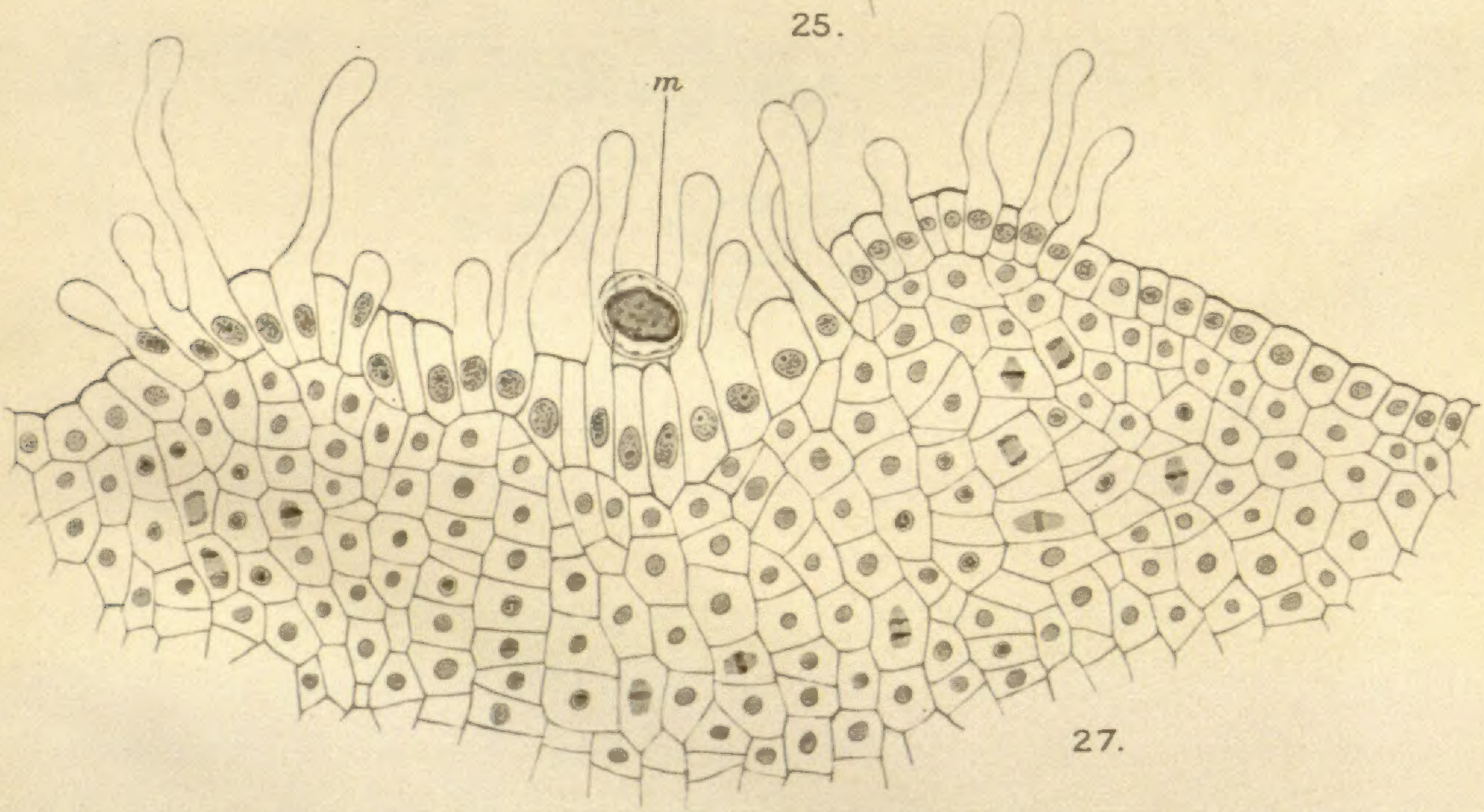
24.



25.



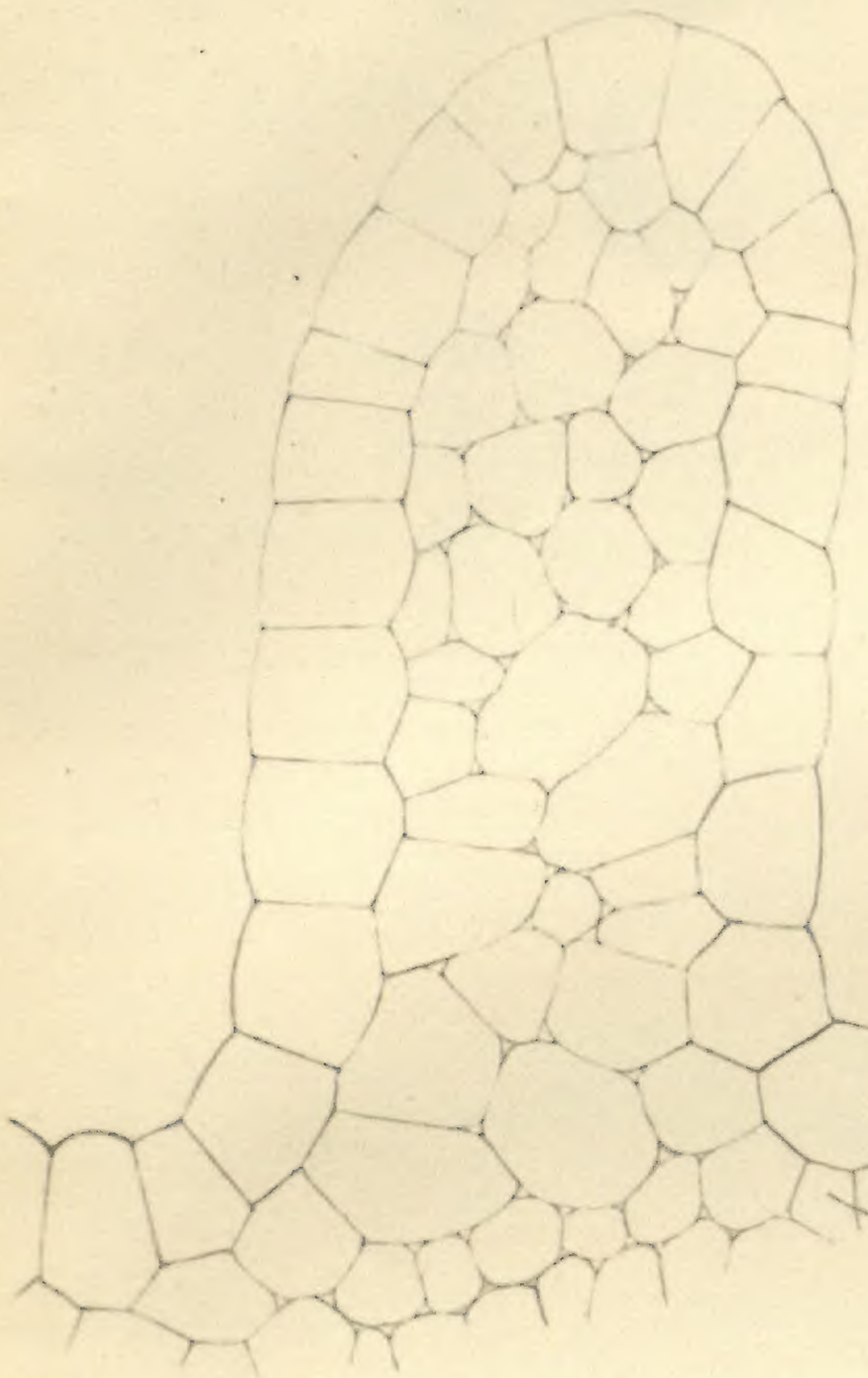
26.



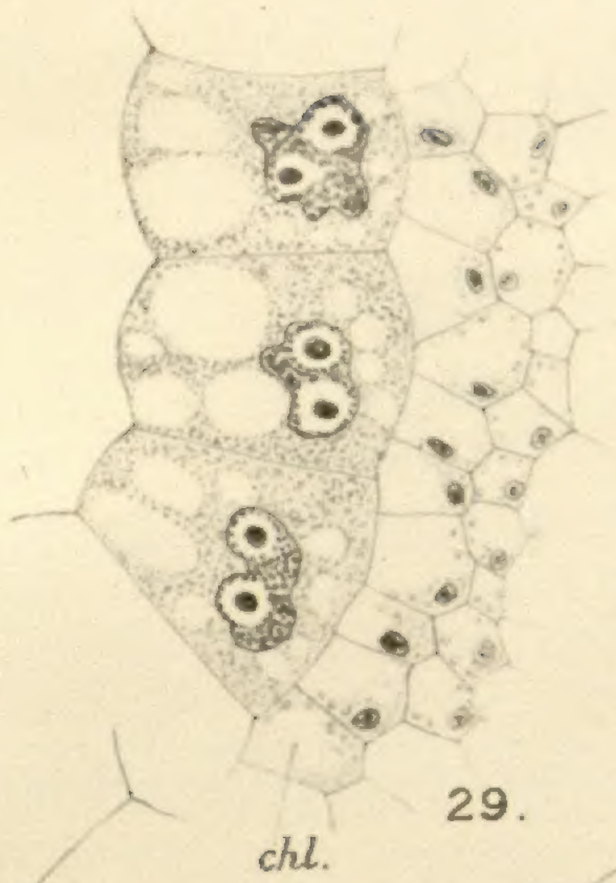
27.

Dokters van Leeuwen, del.

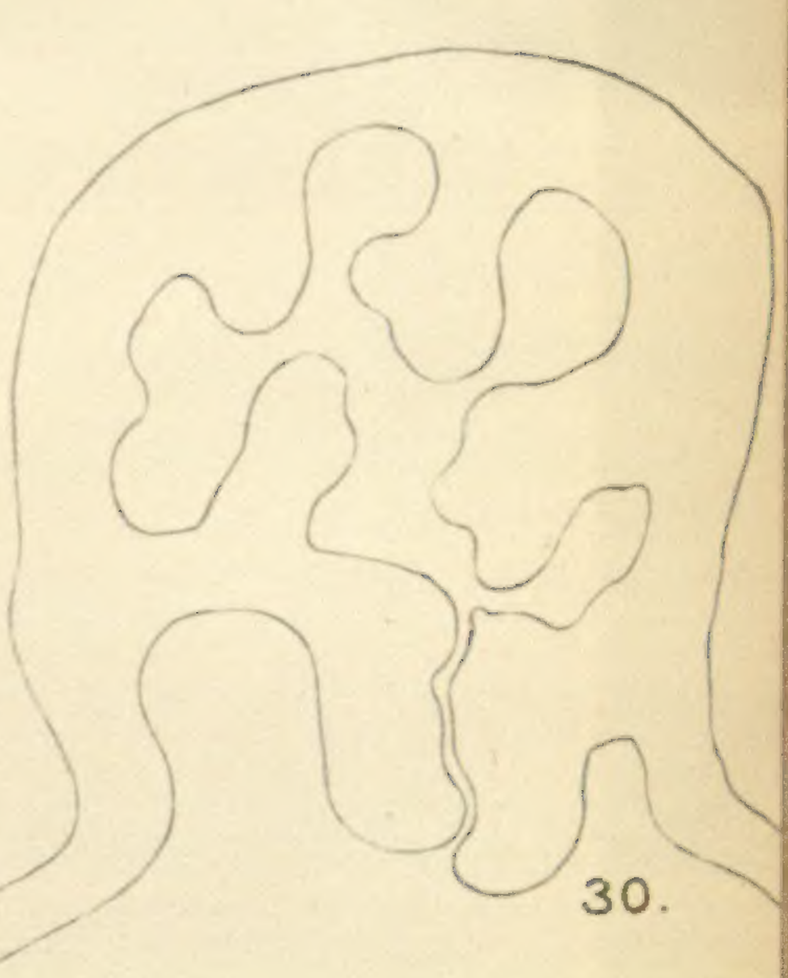
HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM.



28.

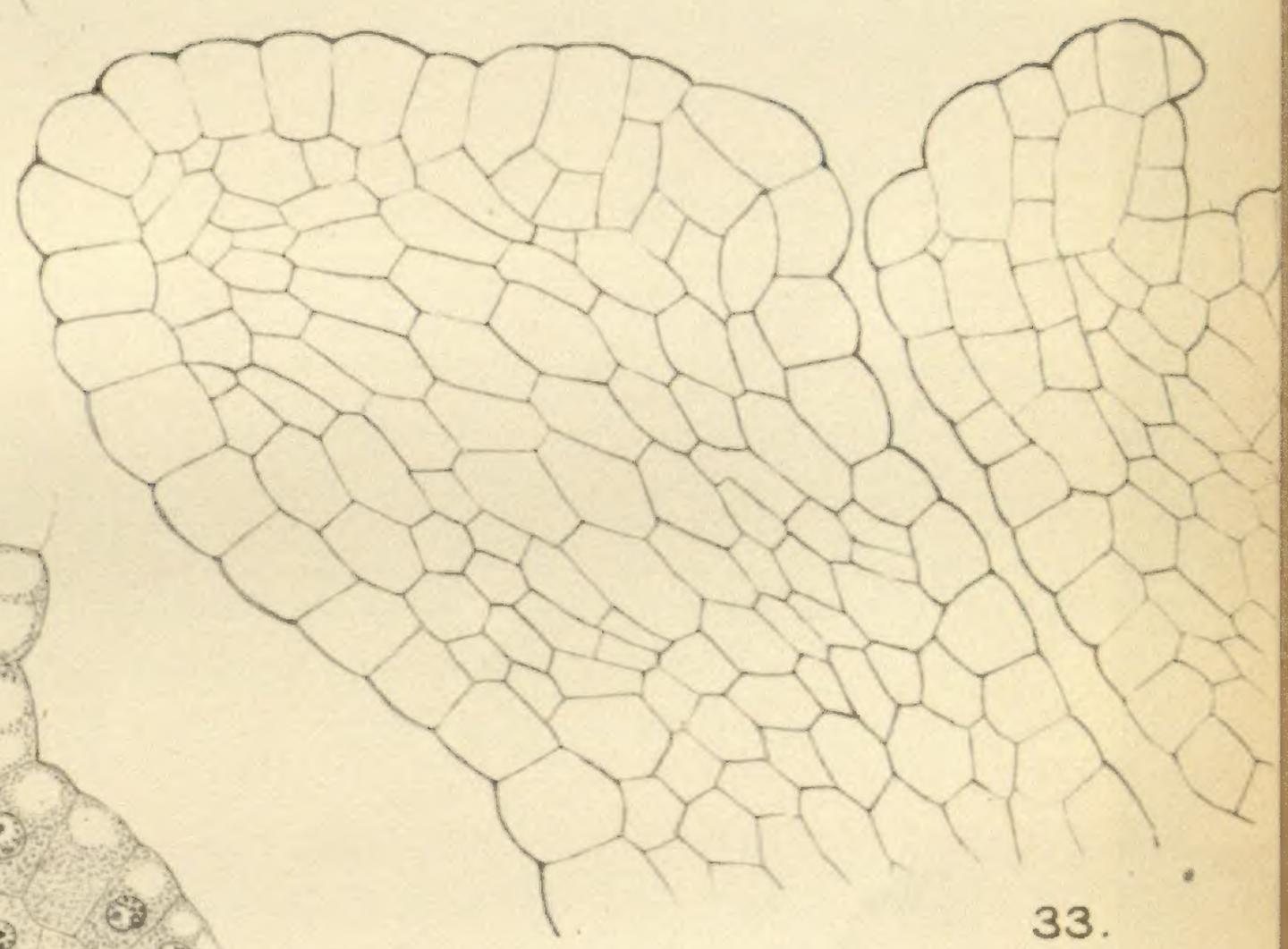


29.



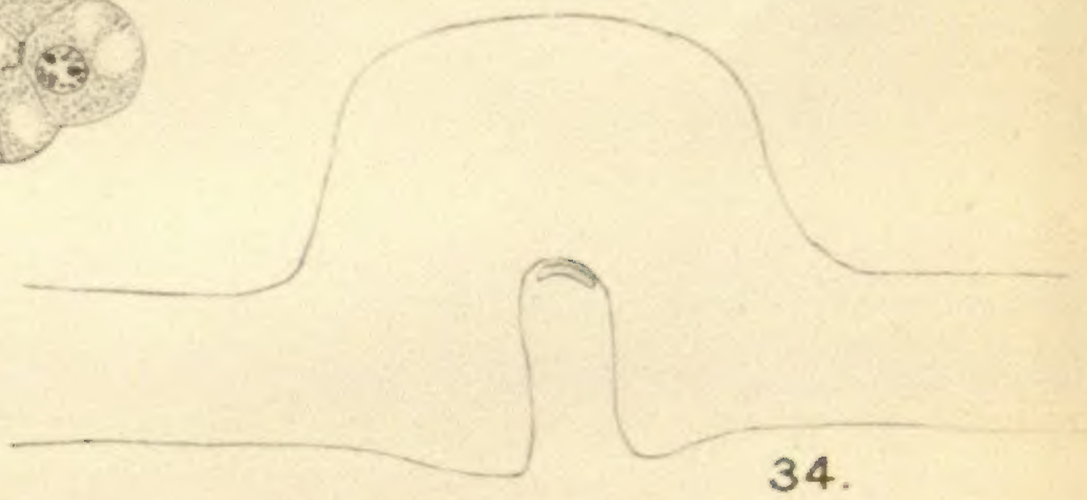
30.

31.

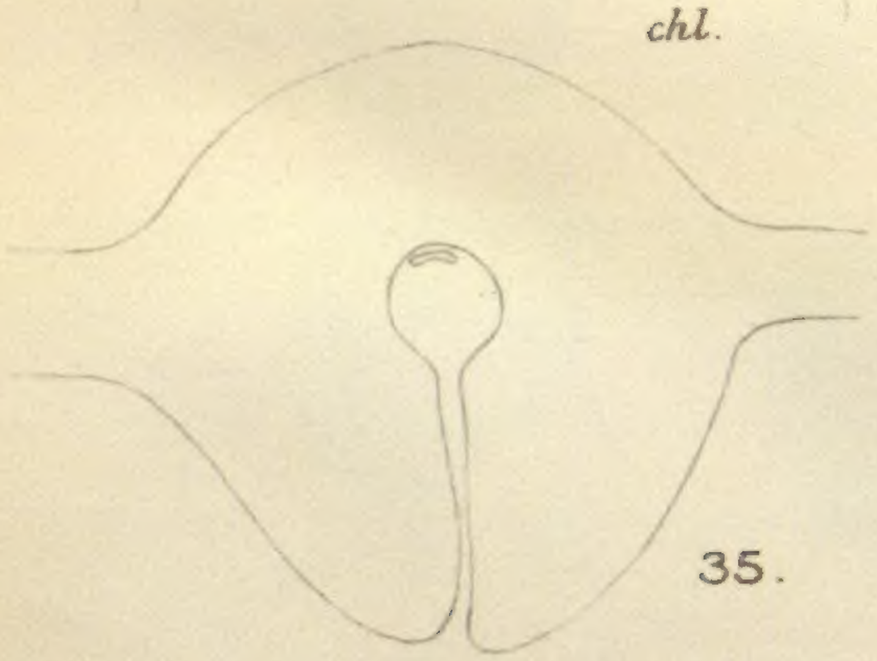


33.

32.



34.

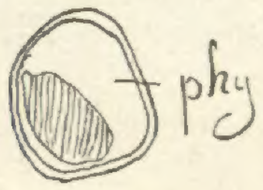


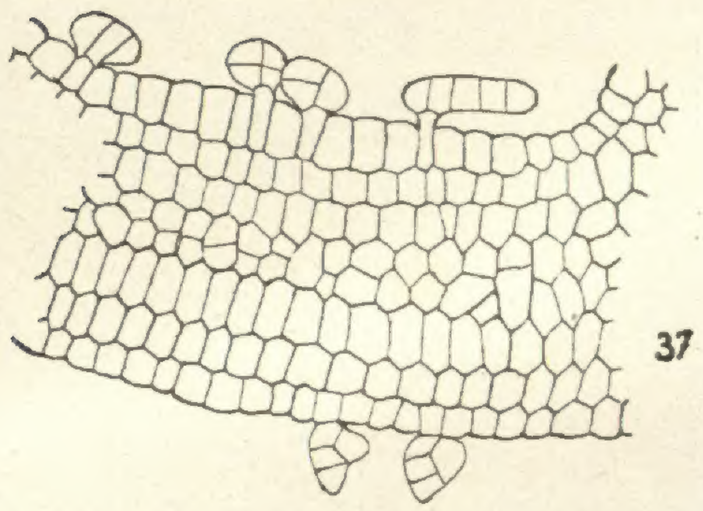
35.

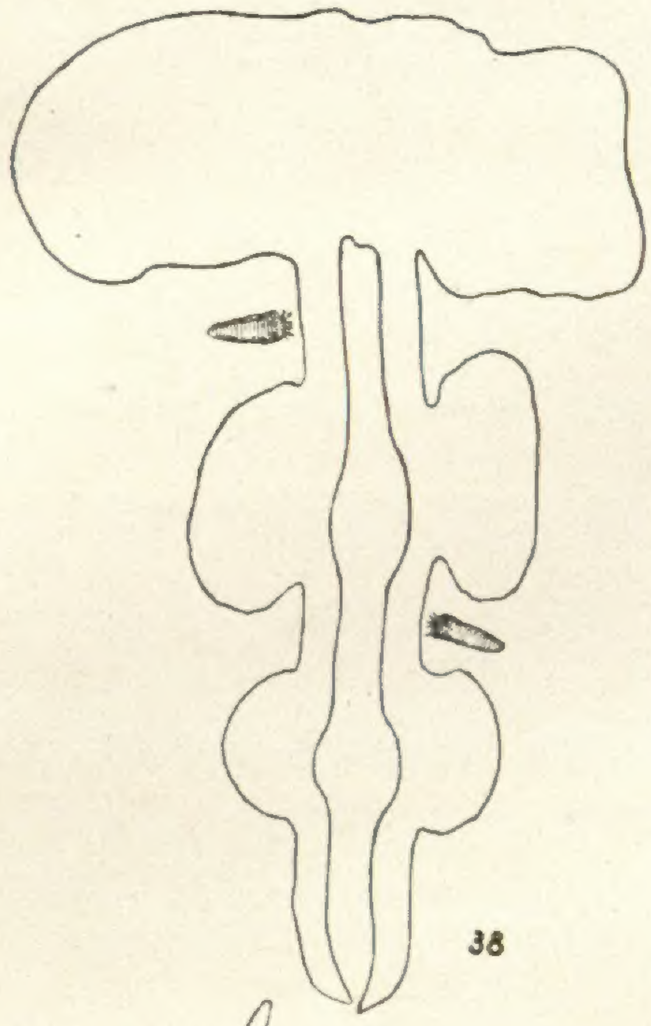
36.

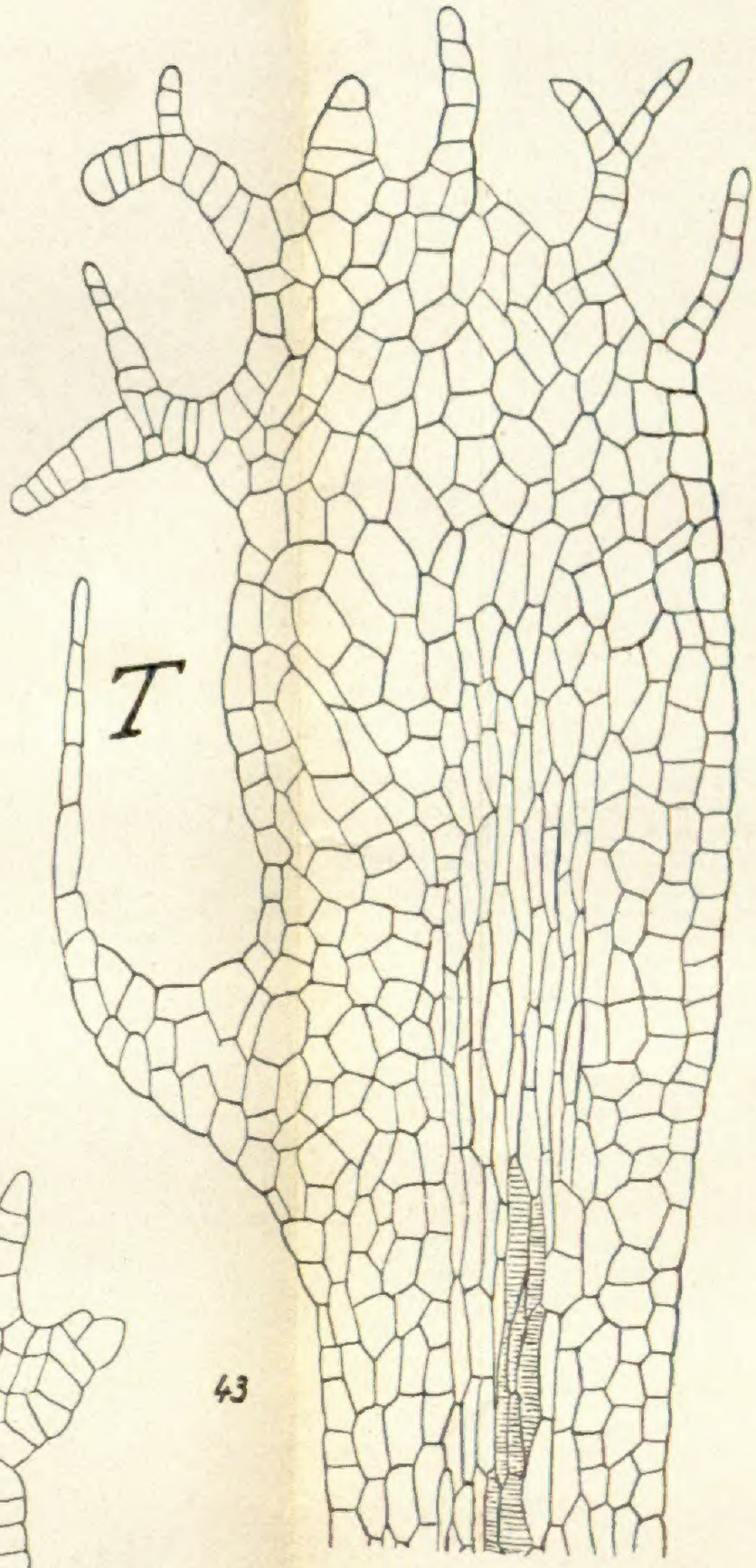
Dokters van Leeuwen, del.

HELIOTYPIE, VAN LEER, AMSTERDAM.

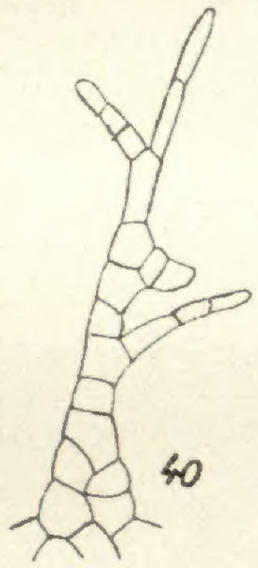

phy

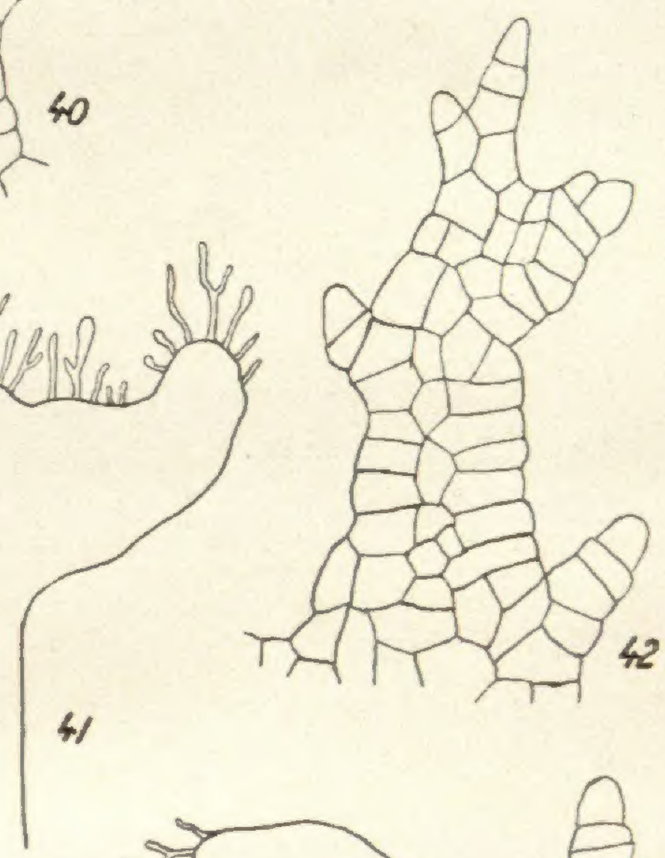

37

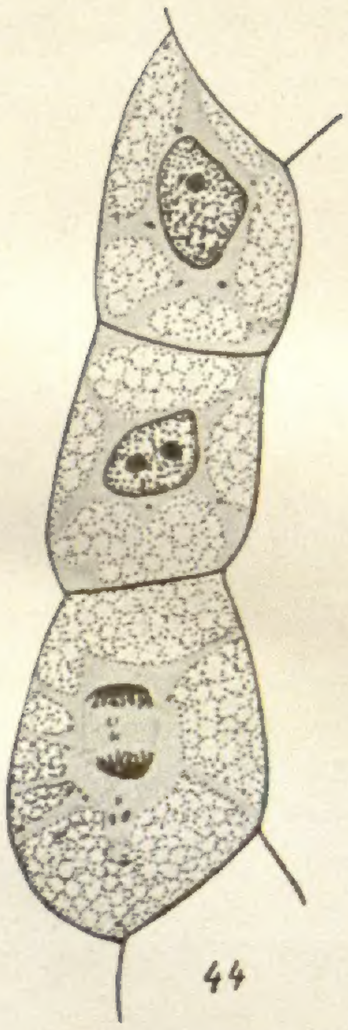

38


T
43

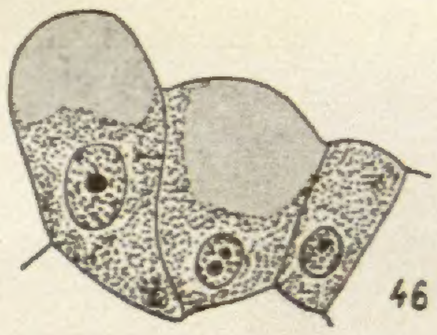
39


40


41
42

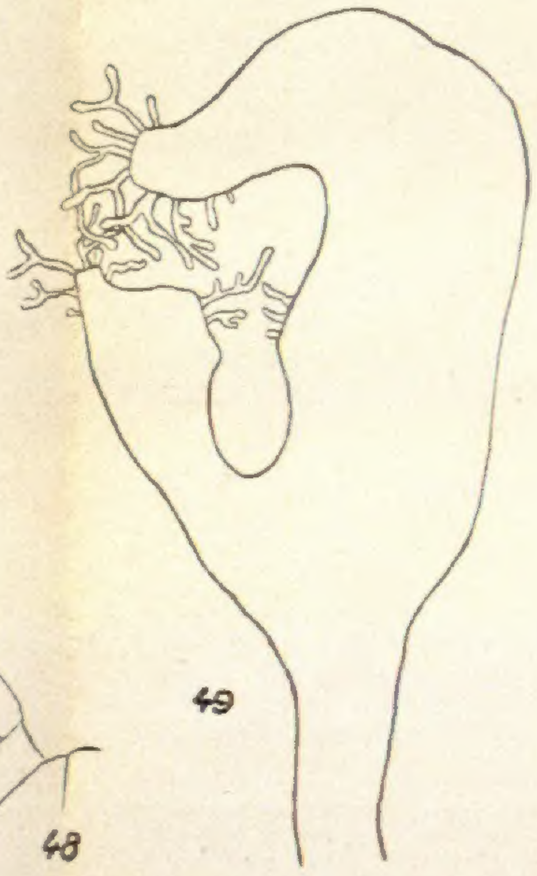

44

45


46

47

48


49

IMPRIMERIE ci-devant E. J. BRILL — LEIDE.